

Technická univerzita v Liberci

FAKULTA PŘÍRODOVĚDNĚ-HUMANITNÍ A PEDAGOGICKÁ

Katedra: Katedra tělesné výchovy

Studijní program: Ekonomika a management

Studijní obor: Management sportovní

OPTIMALIZACE ANTROPOMETRICKÝCH VYŠETŘENÍ VE SPORTOVNÍ LABORATOŘI TUL

OPTIMIZATION OF ANTHROPOMETRIC EXAMINATIONS IN THE TUL SPORT LABORATORY

Bakalářská práce: 2011–FP–KTV– 402

Autor:

Štěpánka CHRTKOVÁ

Podpis:

Adresa:

Tyršova 367

Bělá pod Bezdězem

294 21

Vedoucí práce: Mgr. Václav Bittner

Počet

stran	grafů	obrázků	tabulek	pramenů	příloh
64	0	6	5	29	4

V Liberci dne: 26.4. 2011

Čestné prohlášení

Název práce: Optimalizace antropometrických vyšetření ve sportovní laboratoři TUL

Jméno a příjmení autora: Štěpánka Chrtková

Osobní číslo: P08000553

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo.

Prohlašuji, že má bakalářská práce je ve smyslu autorského zákona výhradně mým autorským dílem.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval/a samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Prohlašuji, že jsem do informačního systému STAG vložil/a elektronickou verzi mé bakalářské práce, která je identická s tištěnou verzí předkládanou k obhajobě a uvedl/a jsem všechny systémem požadované informace pravdivě.

V Liberci dne: 26.4. 2011

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu bakalářské práce Václavu Bittnerovi za cenné rady, metodické vedení práce a veškerý čas, který mi věnoval.

Anotace

Cílem bakalářské práce je vytvořit vhodný způsob zjišťování antropometrických parametrů jednotlivce využitelný v Laboratoři sportovní motoriky na Katedře tělesné výchovy TUL. V úvodu jsou obvyklé druhy antropometrických měření analyzovány a jejich jednotlivé metodiky vzájemně srovnávány. Na základě těchto poznatků jsou pak odhaleny nedostatky antropometrických měření při vyšetření v Laboratoři sportovní motoriky na TUL. Tyto nedostatky jsou následně eliminovány úpravou původního vyšetření a navržením nových protokolů antropometrického vyšetření. Nová podoba vyšetření je určena k budoucímu praktickému využití v Laboratoři sportovní motoriky.

Klíčová slova: antropometrická měření, tělesné složení, somatotyp, návrh nového protokolu, Laboratoř sportovní motoriky

Abstract

The aim of this thesis is to create a suitable way of measuring anthropometric parameters of the individual which would be usable in the sport laboratory of TUL. In the beginning there is an analysis of usual types of anthropometric measurement and then these methods are compared to each other. Based on these information are found the deficiencies in anthropometric measurements of the TUL sport laboratory. These deficiencies are then eliminated by editing the original examination and drafting new protocols of anthropometric examination. The new form of examination is intended for future practical use in the TUL sport laboratory.

Key words: anthropometric measurements, body composition, somatotype, new protocol draft, sport laboratory

Abstrakt

Das Ziel von der Bakkalararbeit ist eine geeignete Form zur Feststellung von antropometrischen Parametern des Menschen zu bilden, der ausnutzbar im Labor der Sportmotorik auf dem Lehrstuhl der Körpererziehung in TUL ist. In der Einführung werden die gewöhnlichen Arten von den antropometrischen Messungen analysiert und ihre einzelnen Methodiken zueinander vergleicht. Auf dem Grunde von diesen Beobachtungen werden die Mangeln von den antropometrischen Messungen bei der Untersuchung im Labor der Sportmotorik auf dem Lehrstuhl der Körpererziehung in TUL festgestellt. Diese Mangeln sind folgentlich durch die Bearbeitung von der ursprünglichen Untersuchungen und durch den Vorschlag von neuen Protokollen der antropomotorischen Untersuchung eliminiert. Die neue Form der Untersuchung ist zur zukünftigen praktischen Anwendung im Labor der Sportmotorik.

Die Schlüsselwörter: die antropometrische Messung, die körperliche Zusammensetzung, der Somatotyp, der Vorschlag des neuen Protokoll, das Labor der Sportmotorik

Obsah

ÚVOD.....	9
1 CÍLE PRÁCE.....	11
1.1 Hlavní cíl:	11
1.2 Dílčí cíle:.....	11
2 ÚVOD DO ANTROPOMETRICKÝCH METOD.....	12
2.1 Vymezení pojmu antropometrie.....	12
2.2 Základní somatické rozměry.....	12
2.2.1 Měření tělesné výšky.....	13
2.2.2 Obvodové rozměry.....	14
2.2.3 Šířkové, délkové a výškové rozměry.....	15
2.3 Zjišťování tělesné hmotnosti.....	15
2.3.1 Výškováhové indexy.....	16
2.4 Metody odhadu tělesného složení.....	17
2.4.1 Metody sloužící k určování tělesného tuku.....	18
2.4.2 Metody sloužící k určování tělesného tuku a tělesné vody.....	21
2.4.3 Metody hodnotící kompletní složení lidského těla.....	22
2.4.4 Ostatní metody.....	23
2.5 Tělesná typologie.....	23
2.5.1 Typologie podle Sigauda.....	23
2.5.2 Typologie podle Kretschmera.....	24
2.5.3 Sheldonova typologie.....	24
2.5.4 Stanovování somatotypu podle metody Heath-Carter.....	25
3 VZÁJEMNÉ SROVNÁNÍ METOD ANTROPOMETRICKÝCH VYŠETŘENÍ.....	29
3.1 Somatické rozměry.....	29
3.2 Výškováhové indexy.....	29
3.3 Metody zjišťování tělesného složení.....	31
3.4 Metody určování somatotypu.....	34
4 STRUKTURA ANTROPOMETRICKÝCH VYŠETŘENÍ NA VYBRANÝCH PRACOVÍŠTÍCH V ČR.....	36
4.1 CASRI – Vědecké a servisní pracoviště tělesné výchovy a sportu.....	36

4.2 FTVS UK v Praze – Laboratoř sportovní motoriky.....	37
4.3 FSPS MUNI v Brně – Laboratoř sportovní medicíny, Laboratoř podpory zdraví.....	38
4.4 LF Ostravské Univerzity – Laboratoř funkční diagnostiky a sportovní medicíny.....	39
4.5 FN Olomouc – Klinika TVL a kardiovaskulární rehabilitace.....	40
4.6 KTV PF UJEP Ústí nad Labem – Funkční laboratoř.....	40
4.7 Shrnutí metod využívaných ve vybraných pracovištích.....	42
5 SOUČASNÝ ZPŮSOB ANTROPOMETRICKÉHO VYŠETŘENÍ V LABORATOŘI SPORTOVNÍ MOTORIKY.....	43
5.1 Popis současného antropometrického vyšetření v LSM.....	43
5.2 Nedostatky antropometrického vyšetření v LSM.....	44
6 NÁVRH NOVÉHO ZPŮSOBU ANTROPOMETRICKÉHO VYŠETŘENÍ V LABORATOŘI SPORTOVNÍ MOTORIKY.....	46
6.1 Protokol základního antropometrického vyšetření.....	46
6.2 Protokol určení somatotypu.....	47
6.3 Stanovení ceny antropometrického vyšetření.....	48
6.3.1 Současné ceny vyšetření v laboratoři TUL.....	48
6.3.2 Ceny konkurence.....	49
6.3.3 Stanovení nových cen vyšetření v laboratoři TUL.....	50
7 ZÁVĚR.....	53
8 POUŽITÁ LITERATURA.....	56
9 SEZNAM PŘÍLOH:.....	60
10 PŘÍLOHY:.....	61

ÚVOD

Lidské tělo, tedy jeho proporce, stavba a kompozice jsou jedny ze základních faktorů, které ovlivňují zdraví člověka. Ovlivňují také jeho tělesnou zdatnost, kondici a v neposlední řadě také sportovní výkony. Existuje nezměrný počet měřicích metod a výpočtů, pomocí nichž se zjišťují fyziologické parametry lidského těla. Využití těmito metodami zjištěných poznatků má také nemalé využití. Mohou nám sloužit při tvorbě redukčních programů, objemových tréninků, tréninkové přípravy i při sledování fyzické aktivity pacientů v rekonvalescencním či rehabilitačním procesu apod.

Právě z těchto důvodů hraje antropometrie, neboli soubor technik měření lidského těla, tolik významnou roli jak na poli tělesné výchovy a sportovních věd, tak i v tělovýchovném a obecném lékařství či v diagnostice tělesných aktivit a všeobecného zdraví lidské populace.

Antropometrie je jedna ze základních výzkumných metod antropologie. Za zakladatele antropometrie je považován francouzský neurochirurg, anatom, patolog a histolog Pierre Paul Broca (1824–1880). Ten vytvořil srovnávací studii o lidské lebce, která měla sloužit k podpoření nesprávné, avšak v té době populární teorie o souvislosti tvaru lebky s kvalitou mozku a rasovou příslušností. I přes to však Broca sestrojil jako první kvalitní antropometrický instrumentář. Kromě Broca se na rozvoji antropometrie podílel také Rudolf Martin (1864–1925), jenž Brocův antropometrický instrumentář zdokonalil, započal periodické vydávání mezinárodně platných antropologických příruček a vytvořil rozsáhlou učebnici antropologie. Poslední vydání této učebnice vychází od roku 1988, je využíváno v rozsáhlé míře dodnes a vychází z něj řada dalších antropologických učebnic a příruček (UJEP, 2005).

Antropometrická vyšetření slouží k získávání a hodnocení široké škály parametrů lidského těla. Práce je zaměřena na využití antropometrie v praxi a na její uplatnění při vyšetřeních ve sportovně-diagnostických laboratořích a dalších pracovištích. Hlavním cílem je navrhnout vhodný způsob zjišťování antropometrických parametrů jednotlivce využitelný v laboratoři sportovní motoriky Katedry tělesné výchovy Fakulty přírodovědně-humanitní a pedagogické na Technické univerzitě v Liberci. Na začátku práce se seznamuji s nejčastěji zjišťovanými parametry a využívanými metodami, které se při antropometrických vyšetřeních v současné době uplatňují. Na základě toho jsou pak mezi sebou jednotlivé přístupy a metody

srovnávány a hodnoceny, a to z hlediska své účelnosti, praktičnosti, přesnosti či nákladové náročnosti. V další kapitole jsem se zaměřila na vybraná pracoviště, která se touto problematikou také zabývají a antropometrická vyšetření provádí. Následně jsem přešla k antropometrickým vyšetřením v Laboratoři sportovní motoriky na Technické univerzitě v Liberci. Zabývala jsem se využívanými metodami a stanovovanými parametry v této laboratoři. Na základě předchozích poznatků jsem pak zjistila a vyhodnotila nedostatky tohoto vyšetření a navrhla jeho novou verzi.

1 CÍLE PRÁCE

1.1 Hlavní cíl:

Hlavním cílem bakalářské práce je vytvořit vhodný způsob zjišťování antropometrických parametrů jednotlivce využitelný v Laboratoři sportovní motoriky Katedry tělesné výchovy Fakulty přírodovědně-humanitní a pedagogické na Technické univerzitě v Liberci.

1.2 Dílčí cíle:

- Seznámit se s běžnými antropometrickými metodami.
- Vzájemně srovnat metody antropometrických vyšetření.
- Porovnat antropometrická vyšetření prováděná na vybraných pracovištích v ČR.
- Analyzovat antropometrické vyšetření používané v Laboratoři sportovní motoriky TUL.
- Vytvořit nový způsob antropometrického vyšetření v Laboratoři sportovní motoriky TUL.

2 ÚVOD DO ANTROPOMETRICKÝCH METOD

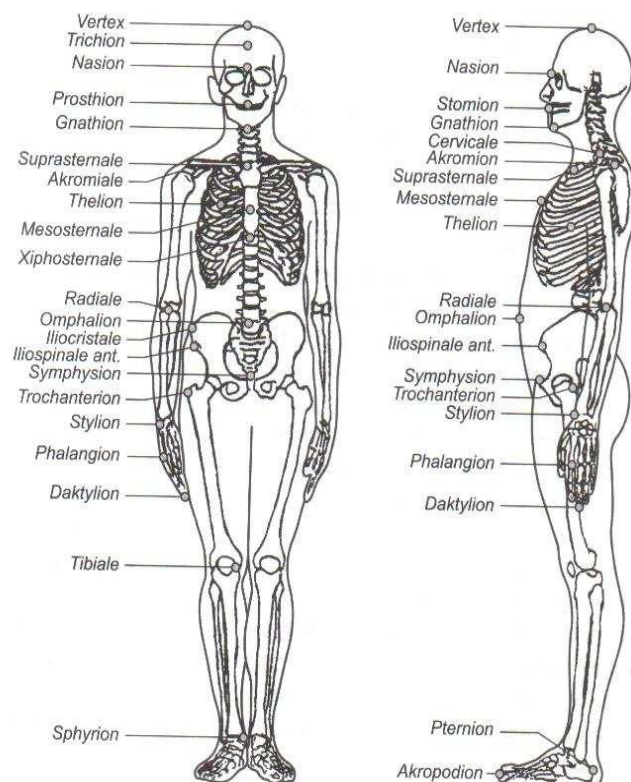
2.1 Vymezení pojmu antropometrie

Antropometrie je jedna ze základních výzkumných metod antropologie. Dělí se na osteometrii, která se zabývá rekonstrukcí proporcí těla člověka na základě rozměrů jeho kosterních pozůstatků, a somatometrii, zachycující tvar těla živého člověka. Antropometrie je soubor technik měření lidského těla a je také nedílnou součástí zátěžové diagnostiky. Antropometrické metody jsou celosvětově standardizovány (Fetter, Prokopec, Suchý, Titlbachová, 1967). Pomocí antropometrie se zjišťují základní antropometrické parametry vyšetřovaného sportovce. Zjišťované parametry se liší podle potřeby konkrétního sportovního odvětví. Mezi nejzákladnější však patří určování tělesné hmotnosti, výšky, dále pak množství svalové hmoty a procenta podkožního tuku. Pro většinu sportovců je stavba těla důležitým ukazatelem a do velké míry souvisí se sportovním výkonem. Tyto parametry jsou rovněž velmi důležitou pomůckou při hodnocení stravovacích návyků sportovce. Někdy se zjišťují také specifické tělesné parametry, jako jsou například délky a obvody končetin, epikodyl nebo trupu. Pomocí těchto parametrů určujeme především tělesný somatotyp. Mají totiž určitou výpovědní hodnotu při posuzování například úrovně svalového rozvoje a s ním souvisejícími specifickými silovými předpoklady (Sekera, 2010).

2.2 Základní somatické rozměry

Somatické rozměry vycházejí z takzvaných antropometrických bodů. To jsou body shodné s body nacházejícími se na lidské kostře, které jsou promítnuty na povrch těla. Při antropometrickém vyšetření je nutné tyto body nahmatat.

U zdravého probanda měříme antropometrické rozměry na pravé straně těla. Měřený stojí ve vzpřímeném postoji. Patami, hýžděmi, lopatkami a hlavou se dotýká stěny, chodidla má u sebe. Hlava je orientována v tzv. frankfurtské horizontále, což je spojnice dolního okraje očníce a zevního zvukovodu (UJEP, 2005).



Obr. 1: Antropometrické body na kostře (Riegerová, Ulbrichová, 1998)

2.2.1 Měření tělesné výšky

Měří se celková výška těla v poloze ve stoje, a to od chodidel nohou až po nejvyšší bod temene hlavy (vertex). Nejvhodněji se výška měří pomocí elektronického stadiometru, což je pevné měřicí zařízení s pohyblivou hlavicí vybavené digitálním displejem. Dále se používá také antropometr – přenosná kovová tyč nebo metr s kolmou, pohyblivou součástí měřidla. V krajním případě je možné použít pásovou míru, kterou připevníme ke stěně a kolmo na vertex hlavy přiložíme pevný plochý předmět. Při měření je proband bos, má extendované dolní končetiny a nohy u sebe, jeho ruce volně visí podél vzpřímeného trupu. Hlava je orientována ve frankfurtské horizontále. Pomocí pohyblivé součásti měřidla odečteme tělesnou výšku (Krásničanová, 2005).

2.2.2 Obvodové rozměry

K měření obvodových rozměrů používáme pásové míry. Riegerová a Ulbrichová (1998) uvádějí, že se měří přibližně patnáct obvodových rozměrů. Zde jsou dle Lungové (2010) vypsány základní obvodové rozměry, které zjišťujeme nejčastěji:

Obvod hrudníku – pásová míra je při měření umístěna vzadu těsně pod dolními úhly lopatek, vpředu těsně nad prsními bradavkami.

Obvod břicha (obvod pasu) – pásová míra probíhá vodorovně ve výši pupku.

Obvod gluteální (obvod boků) – měříme ve vodorovné rovině nejmohutněji vyvinutého hýžďového svalstva.

Obvod paže – měříme ho uprostřed paže mezi loktem a nadpažkem, paže volně visí.

Obvod paže kontrahované – měří se v místě největšího vyklenutí svalstva, kdy paže je pokrčená (přibližně 90 stupňů) a flexory i extenzory paže jsou v maximálním napětí.

Obvod předloktí – měří se v oblasti nejvíce vyvinutých svalů předloktí (asi 1/4 délky pod loketním kloubem).

Obvod stehna gluteální – měří se při mírném rozkročení probanda těsně pod rýhou gluteálního svalstva.

Obvod stehna střední – měří se uprostřed délky stehenní kosti.

Obvod lýtky – měří se v místě s největším obvodem lýtkového svalu.

Waist Hip Ratio index (WHR)

Jak uvádí Kokaisl (2007), je tento index nejužívanějším ukazatelem distribuce tuku v těle, především díky své jednoduchosti. Určí se jako poměr obvodu pasu a obvodu boků v centimetrech. U žen by se toto číslo mělo pohybovat mezi 0,7 – 0,8 a u mužů pak v rozmezí 0,8 – 0,9. Index větší než 0,95 u mužů a 0,85 u žen značí centrální typ rozložení tuku, který je ze zdravotního hlediska rizikový (dále rozvedeno v Kapitole 3). Je vhodné tento index doplňovat také indexem BMI.

WHR = obvod pasu (cm) / obvod boků (cm)

2.2.3 Šířkové, délkové a výškové rozměry

K měření výškových rozměrů používáme antropometr. Dotyková měřidla (malá a velká) se používají k měření šířkových rozměrů na trupu, posuvné modifikované měřidlo pak využíváme k měření šířkových rozměrů na končetinách (UJEP, 2005). Riegerová a Ulbrichová (1998) uvádějí, že se měří přibližně čtyřicet základních šířkových, délkových a výškových rozměrů. Zde je výpis těchto nejčastěji zjišťovaných rozměrů dle Lungové (2010):

Šířka biakromiální (šířka ramen) – vzdálenost mezi nadpažky (acromion). Jako měřidlo se používá torakometr nebo pelvimetr.

Šířka bikristální (šířka pánve) – vzdálenost mezi pravým a levým nejvzdálenějším bodem horní hrany kosti kyčelní. K měření používáme opět torakometr, případně pelvimetr.

Rozpětí paží – vzdálenost vrcholů prostředních prstů na pravé a levé ruce při upažení.

Výška v sedě – vzdálenost vertexu od rovné podložky, na které proband vzpřímeně sedí.

Délka dolních končetin – rozdíl tělesné výšky probanda a jeho výšky v sedě.

Dále měříme také epikondyly. Tyto rozměry je nutné zjišťovat především pro stanovení somatotypu, případně pro odhad tělesného složení:

Epikondyly humeru – měří se speciálně upraveným posuvným měřítkem na dolním konci kosti pažní (u loketního kloubu), proband má paži v úhlu 90°, přesnost 0,5 mm.

Epikondyly femuru – měří se stejným měřidlem, proband sedí na židli, stehno a bérce svírají úhel 90° a měří se na dolním konci stehenní kosti (u kolenního kloubu), přesnost měření je 0,5 mm (Lungová, 2010).

2.3 Zjišťování tělesné hmotnosti

Ke zjišťování tělesné hmotnosti používáme nejčastěji osobní váhu. Osoby, které vážíme, jsou bosé a oblečeny jen v nejnutnějším oblečení. Při vážení na běžné váze záleží na umístění těžiště, proto je lepší, když vážená osoba stojí zády ke stupnici, a hmotnost odečítá druhá

osoba. Měříme ji většinou s přesností na 100 gramů. Hmotnost je nejlepší měřit ráno nebo pokaždé ve stejnou denní dobu, protože se během dne mění v závislosti na příjmu potravy a tekutin (Přidalová, 2005).

2.3.1 Výškováhové indexy

Brocův index

Známý a často využívaný index, který se používá (především u laické veřejnosti) ke stanovení doporučené váhy. Výpočet je velmi jednoduchý – od výšky v cm se odečte číslo 100 a výsledkem je maximální doporučená váha pro danou výšku. S pomocí modifikovaného Brocova indexu můžeme zjistit, kolik kg hmotnosti nám přebývá nad maximální doporučenou váhou, nebo kolik nám do ní chybí (Kokaisl, 2007).

$$\text{Modifikovaný Brocův index} = m - (v - 100)$$

mhmotnost (kg)

vvýška (cm)

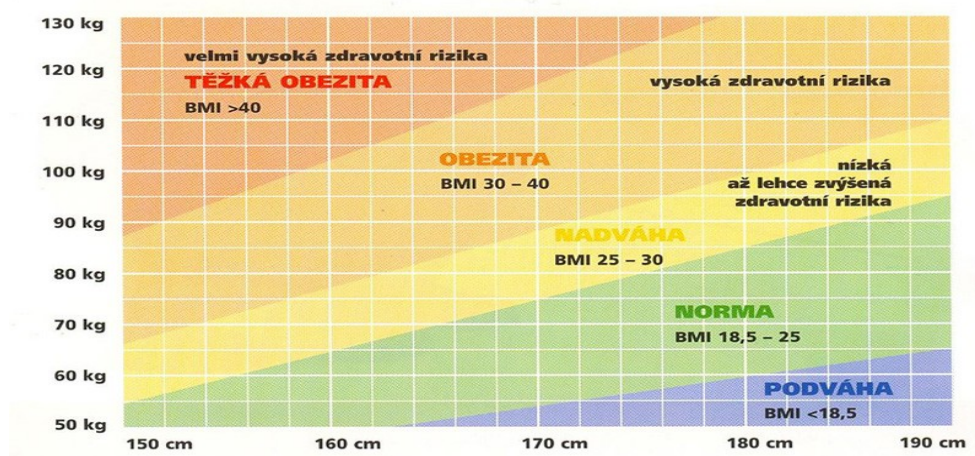
Body Mass Index (BMI)

Je jedním z nejznámějších výškováhových indexů a je také nejpoužívanější. Je to poměr mezi tělesnou hmotností v kg a druhou mocninou výšky v cm. Můžeme pomocí něj stanovit doporučené rozmezí váhy na základě výšky, ale také pohlaví (Kokaisl, 2007).

$$BMI = m / v^2$$

mhmotnost (kg)

vvýška (cm)



Obr. 2: Kategorie podle indexu BMI (Šebková, 2010)

Kokaisl (2007) dále uvádí, že při zařazování lidí do kategorií BMI je nutné přihlížet k míře fyzické aktivity dotyčného. U vrcholových sportovců dokonce ztrácí index BMI svou vypovídací schopnost. Tato problematika je dále rozvedena v Kapitole 3.

Rohrerův index (RI)

Neboli index tělesné plnosti. Má vyšší vypovídací schopnost než BMI především v době puberty. Vypočítá se jako poměr tělesné hmotnosti v gramech vynásobený číslem 100, celý zlomek se pak podělí třetí mocninou výšky v centimetrech. Optimální hodnoty pro muže jsou mezi 1,2 až 1,4 a pro ženy 1,25 až 1,50. Tento index je vhodné doplňovat indexem WHR (Kokaisl, 2007).

$$RI = (m * 100) / v^3$$

m.....tělesná hmotnost (g)

v.....tělesná výška (cm)

Height-Weight Ratio (HWR)

Jedná se o index, který vyjadřuje poměr mezi tělesnou výškou a třetí odmocninou tělesné hmotnosti. Tento index slouží především k určování ektomorfní komponenty somatotypu (Carter, 2002).

$$HWR = v / \sqrt[3]{m}$$

m.....tělesná hmotnost (g)

v.....tělesná výška (cm)

Kromě zde uvedených indexů existuje i mnoho dalších, které však vzhledem k tématu práce není nutné uvádět.

2.4 Metody odhadu tělesného složení

Při hodnocení složení lidského těla nás zajímá podíl jednotlivých složek na jeho celkové hmotnosti. Nejčastěji zkoumáme podíl tuku, svalové hmoty a vody v lidském těle. Dle Riegerové a Ulbrichové (1998) však existují tři základní modely složení lidského těla:

- 1.) *Čtyřkomponentový model* – rozlišujeme tuk, extracelulární tekutinu, buňky a minerály
- 2.) *Tříkomponentový model* – rozlišujeme tuk, vodu a sušinu (minerály, proteiny)
- 3.) *Dvoukomponentový model* – rozlišujeme tuk a tukuprostou tkáň

2.4.1 Metody sloužící k určování tělesného tuku

Matiegkova metoda

První a často využívanou metodou pro určení tělesných komponent na základě antropometrických měření je Matiegkova metoda, která vznikla roku 1921 v USA. Celková hmotnost těla je rozdělena na tyto složky: hmotnost kostry (ossa), hmotnost podkožního vaziva a kůže (derma), hmotnost kosterního svalstva (musculi) a zbytku (reziduum) (Riegerová, Ulbrichová, 1998). Metoda pracuje s hodnotami tělesné výšky, tělesné hmotnosti, tloušťky kožních řas, tělesných obvodů a šířek kostí, na jejichž základě vypočítává procentuální podíl tuku, svalů, kostí a reziduálního zbytku na celkové tělesné hmotnosti (UJEP, 2005).

Měření kožních řas

Další antropometrickou metodou, která se u nás také často uplatňuje, je metoda odhadu tělesného složení pomocí měření tloušťky kožních řas. Jedná se o standardizovanou metodu původem z USA. Využíváme k ní speciálního měřidla, neboli kaliperu, jehož čelisti jsou při měření stlačovány určitou silou. Kalipery jsou různého typu. Typ Harpenden se používá většinou pro měření čtyř kožních řas. Kaliper Harpenden má omezenou stupnici, takže jím nelze měřit osoby extrémně obézní. Dalším typem kaliperu je Holtainský, který je podobný předcházejícímu. V USA je používán Lange kaliper, jsou zde ale používány také digitální kalipery, se kterými u nás zatím nemáme zkušenosti. Dále existuje také kaliper Bestův, jehož modifikovaná stupnice umožňuje uchopit kožní řasu 80 mm velkou (Přidalová, 2005). Čelisti kaliperu umístíme kolmo přibližně 1 cm od vytažené řasy. Místa měření však musí být přesně definována, protože tloušťka tukové vrstvy se může značně lišit i na malých plochách. Měření je též nutno provádět zacvičeným personálem (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

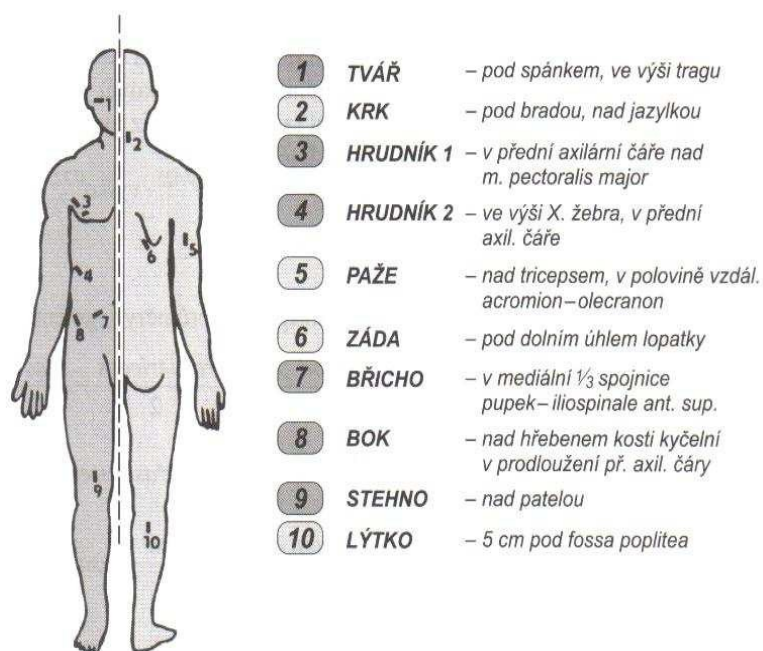
Kaliperací podkožního tuku získáváme informaci o tloušťce jednotlivých kožních řas v mm měřených na konkrétních místech lidského těla. Určení procenta tělesného tuku se

v praxi provádí buď přímo dosazováním do rovnic, nebo jsou k dispozici jednoduché tabulky. Regresní rovnice pro odhad procenta tuku musí být specifické pro určitý věk, pohlaví, etnikum. V literatuře se můžeme setkat asi se stovkou regresních rovnic (pro děti, dospělé, populaci bělošskou, černošskou, pro sportovce aj.) (Přidalová, 2005).

Velmi často se používá jako hodnotící kritérium součet určitého počtu řas. Můžeme vycházet ze součtu dvou, čtyř, sedmi, nebo také deseti kožních řas. V případě odhadu procenta tělesného tuku na základě měření tloušťky *dvou kožních řas* podle Lohmana (1992) a Weira (1989) se využívá kožní řasy na tricepsu a na lýtku či kožní řasy na tricepsu a pod lopatkou. Procento tělesného tuku lze dle Durnina a Womesleyho (1974) odvozovat též ze součtu *čtyř kožních řas* (nad bicepsem, nad tricepsem, nad crista iliaca a pod lopatkou). Z měření tloušťky *sedmi kožních řas* pak vychází Thorland (1984), jenž pro stanovení regresních rovnic použil tyto: kožní řasa nad tricepsem, pod lopatkou, na břiše, nad crista iliaca, nad patellou, na lýtku a na hrudníku (Přidalová, 2005).

Podíl tuku podle Pařízkové, jak uvádí Riegerová a Ulbrichová (1998), je vypočítáván na základě součtu tloušťky *deseti kožních řas*, které jsou měřeny Bestovým kaliperem a jejichž tloušťka je pak dosazena do převodních tabulek nebo regresních rovnic (viz Příloha 1):

- 1.) *tvář* - pod spánkem na spojnici tragion-alore
- 2.) *krk* - nad jazylkou
- 3.) *hrudník I* - na předním ohraničení axilární jámy nad okrajem m. pectoralis major
- 4.) *hrudník II* – v přední axilární čáře ve výši 10. žebra
- 5.) *paže (triceps)* - nad m. triceps brachii v polovině vzdálenosti mezi akromiale a radiale
- 6.) *záda (subscap.)* - pod dolním úhlem lopatky
- 7.) *břicho* - v mediální 1/3 spojnice pupek - iliospinale ant.
- 8.) *bok (nad crista iliaca)* - nad hřebenem kosti kyčelní v průsečíku s přední axilární čarou
- 9.) *stehno* - nad patellou
- 10.) *lýtko* - pod fossa poplitea



Obr. 3: Kožní řasy podle Pařízkové (Riegerová, Ulbrichová, 1998)

Následující dvě metody pro stanovení tělesného složení vycházejí z tzv. denzitometrie. Ta vychází z faktu, že depotní tuk a aktivní (esenciální) tukuprostá hmota mají odlišnou denzitu, neboli hustotu (denzita aktivní hmoty je 1,1 a denzita depotního tuku 0,9) a ta je relativně konstantní. Podstatou denzitometrie je vztah: $hmotnost = denzita \times objem$. Tyto metody jsou považovány za metody referenční, což znamená, že je podle nich testována spolehlivost dalších metod (UJEP, 2005; Riegerová, Ulbrichová, 1998).

Hydrostatické vážení

Při této metodě zjišťujeme objem těla z rozdílu jeho hmotnosti změřené na suchu a pod vodou. Využívá se k tomu principů denzitometrie. K vážení pod vodou používáme tzv. hydrostatickou váhu. Vážení se provádí v maximálním expiriu, neboli výdechu, aby tělo pod vodou nebylo příliš nadlehčováno vzduchem v dýchacích cestách a plicích. Výsledek je pak korigován o objem reziduálního vzduchu. Samotný výpočet podílu tuku pak vychází z regresních rovnic (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

Pletyzmografie

V překladu Air Displacement Plethysmography (ADP). Princip této metody je podobný hydrostatickému vážení. Rozdíl je v tom, že v případě pletyzmografie vážení probíhá na vzduchu. Také je založena na principu denzitometrie a počítá se zde s objemem vzduchu v plicích. Objem se určuje pomocí tzv. BOD POD komory. ADP se opírá o vztah mezi tlakem a objemem. Při měření dochází uvnitř komory k malým změnám objemu a přitom se měří reakce tlaku na tyto změny. Nejprve se změří objem prázdného prostoru a následně objem prostoru, když je objekt uvnitř. Odečtením se pak získá objem měřeného (COSMED USA, 2011).

Radiografie a Ultrazvuk

Radiografie je biofyzikální metoda pro stanovení tloušťky podkožního tuku. Na rentgenovém snímku je možné změřit průřez svalstva a kosti (využití však je omezeno z důvodu nežádoucí expozice). Ultrazvuk je též biofyzikální metodou pro stanovení tloušťky podkožního tuku. Využívá při něm vysokofrekvenčních ultrazvukových vln, které se odráží na hranicích mezi tkáněmi (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

2.4.2 Metody sloužící k určování tělesného tuku a tělesné vody

Metoda bioelektrické impedanční analýzy (BIA)

Při této metodě prochází tělem slabé elektrické proudění. Princip metody vychází z rozdílného šíření elektrického proudu nízké intenzity a vysoké frekvence v různých biologických strukturách. Měření je založeno na tom, že aktivní tělesná hmota je poměrně dobrý vodič, zatímco tuková tkáň funguje jako izolátor. Tuková tkáň obsahuje pouze přibližně 20% vody, a proto přes tento typ tkáně protéká jen velmi malý proud, což způsobuje, že má vysokou impedanci. Naopak svalová tkáň obsahuje až 75% vody a její impedance je tedy nízká. Využívá se zde multifrekvenční bioimpedance o frekvencích 100, 50, 5 a 1 kHz (Přidalová, 2005).

Metoda bioelektrické impedance je velmi citlivá na míru hydratace organismu. Při měření jedince záleží také na termoregulaci a teplotě kůže. Výsledky může negativně ovlivnit také fyzická zátěž probíhající před měřením nebo nevhodný příjem tekutin a potravin.

BIA je také velmi citlivá na vnější faktory jako je vlhkost či teplota místnosti, ve které se měření provádí. Dále je nutné, aby bylo měření prováděno náležitě zaškoleným personálem (Přidalová, 2005; Riegerová, Ulbrichová, 1998).

Pro odborné účely je vhodné využívat čtyřpólové BIA, při níž jsou využívány čtyři elektrody. Dvě z nich jsou umístěny na zápěstí a dvě na kotnících. Proband je při provádění měření vleže. Přístroje, které obsahují pouze ruční nebo nožní svody nevykazují tak dobré výsledky, protože elektrický proud prochází pouze horní nebo dolní částí těla (UJEP, 2005).



Obr. 4: Tetrapolární bioimpedanční přístroj (Lukšová, 2009)

2.4.3 Metody hodnotící kompletní složení lidského těla

Metoda DEXA (Dual Energy X-Ray Absorptiometry)

Neboli duální rentgenová absorpciometrie. Byla primárně vyvinuta pro měření hustoty kostních minerálů a odhalení osteoporózy. Měří diferenciální ztenčení dvou rentgenových paprsků, které procházejí tělem. Rozlišuje kostní minerály od měkkých tkání, a ty dále rozděluje na tuk a tukuprostou hmotu. V současné době se jedná o jednu z nejnovějších technologií. Pomocí této metody získáváme složení celého těla a jednotlivých částí (UJEP, 2005). Délka měření prováděného vleže závisí na druhu přístroje, je ale v rozmezí od pěti do dvaceti minut. Snímací plocha je 60krát 190 cm, a tak nelze vyšetřit obézní subjekty nebo jedince s větší tělesnou výškou. Přesnost měření se zvětšujícími se rozměry klesá. Metoda vyžaduje minimální spolupráci sledované osoby. Její nevýhodou je však vysoká cena a expozice určitému množství rentgenového záření (Přidalová, 2005).

2.4.4 Ostatní metody

Některé metody jsou založeny na chemických analýzách různých tkání lidského těla. Využívají se k odhadu obsahu jednotlivých prvků v organismu. Všechny tyto metody jsou velmi nákladné, avšak patří též mezi ty nejpřesnější (Riegerová, Ulbrichová, 1998). Patří sem stanovení celkového tělesného draslíku. Tato metoda vychází z poznatku, že draslík je v těle uložen především uvnitř buněk a jeho množství v aktivní tělesné hmotě je konstantní. Ke stanovení se využívá snímání izotopu ^{40}K pomocí celotělových počítačů. Metoda slouží pro stanovení celkové buněčné hmoty a aktivní tělesné hmoty (UJEP, 2005). Mezi další metody založené na podobném principu patří také stanovení celkového tělesného vápníku nebo celkového tělesného dusíku (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

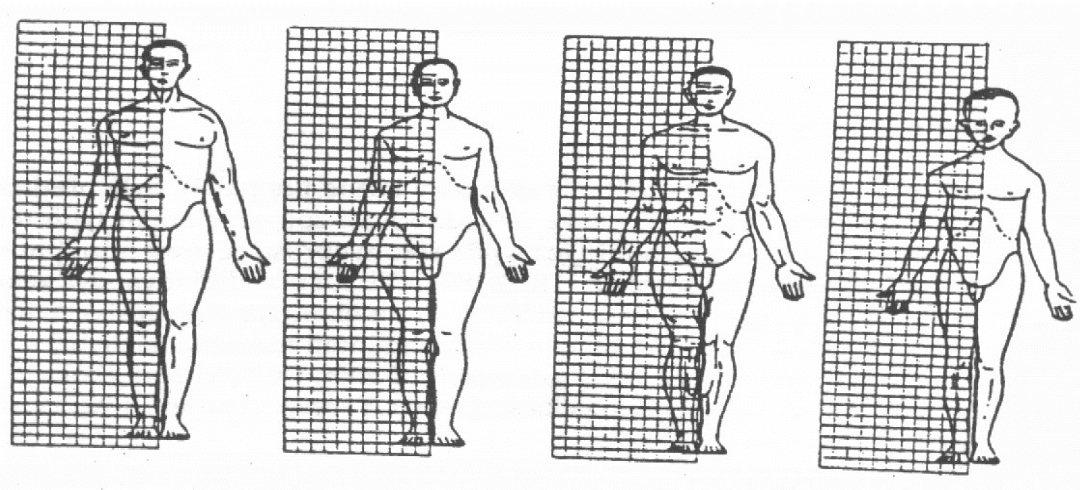
2.5 Tělesná typologie

Somatotypologie zařazuje člověka do určitých kategorií (typů) a tyto kategorie vznikají na základě jeho morfologické stavby. Riegerová a Ulbrichová (1998) uvádějí, že jako první se tělesnou typologií zabýval Hippokrates. Zakladatelem novodobé typologie se stal J. N. Hallé, který zároveň založil francouzskou typologickou školu. Ten rozlišoval čtyři základní typy - abdominální (břišní), muskulární (svalový), thorakální (hrudní) a kraniální (lebeční) typ. Mezi další zástupce francouzské školy se řadí také L. Rostan a C. Sigaud. Druhou typologickou školou byla škola italská, kterou založil A. de Giovanni.

2.5.1 Typologie podle Sigauda

Sigaud rozlišoval čtyři základní typy:

- 1) Dechový typ - velký hrudník
- 2) Zažívací typ - malý hrudník, velké břicho
- 3) Svalový typ - vyrýsované svalstvo trupu a končetin
- 4) Mozkový typ - drobné tělo a velká hlava



Obr. 5: Typologie podle Sigauda (Riegerová, Ulbrichová, 1998)

2.5.2 Typologie podle Kretschmera

Kretschmera řadíme do německé typologické školy. Ten vydal v roce 1921 knihu s názvem „Körperbau und Charakter“, která klasifikuje typy na základě vztahů mezi tělesnou stavbou a psychikou jedince. Rozlišují se zde tři typy:

- 1) Astenický typ – vyznačuje se normální výškou, avšak omezenou šířkou těla. Chybí mu tuková vrstva, má nedostatečně vyvinuté svalstvo a zároveň štíhlé dlouhé končetiny.
- 2) Atletický typ – vyznačuje se střední výškou, má silně vyvinutou kostru i svalstvo. Jeho typickým rysem jsou také široká ramena a úzké boky.
- 3) Pyknický typ – u tohoto typu převažují šířkové rozměry nad výškovými. Má velký obvod hlavy, hrudníku a břicha. Typickým znakem je i krátký krk, končetiny a také silná tuková vrstva. (Riegerová, Ulbrichová, 1998)

2.5.3 Sheldonova typologie

Sheldon publikoval v roce 1940 se svými spolupracovníky knihu zvanou „Varieties of human physique“, ve které představil typologickou metodu zcela odlišnou od všech předchozích. Zavádí zde pojem „somatotyp“, což je podle něj „vztah morfologických komponent vyjádřený

třemi čísly“. Pro co nejvhodnější popis tělesného typu člověka stanovil Sheldon tři komponenty: endomorfní, mezomorfní a ektomorfní. Každé z těchto komponent pak přisoudil sedmibodovou stupnici, což znamená, že celý somatotyp je ve výsledku vyjádřen kombinací těchto tří komponent, tedy trojčíslicím, které ho charakterizuje. Výsledky se pak mohou zaznamenávat do tzv. sférického trojúhelníku (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

Ze Sheldonovy typologie vycházejí i další autoři, kteří navázali na jeho studie. Jsou jimi například Parnell a především pak Heathová a Carter. Ti tuto somatotypologii dále rozpracovali, čímž umožnili zařazení každého jedince na detailní stupnici somatografu (Riegerová, Ulbrichová, 1998).

2.5.4 Stanovování somatotypu podle metody Heath-Carter

Riegerová a Ulbrichová (1998) uvádějí, že Heathová a Carter vytvořili v roce 1967 metodu, která je dnes celosvětově rozšířena. Definovali jednotlivé komponenty somatotypu:

Endomorfní komponenta – vztahují se k množství tukové tkáně, tedy k relativní tloušťce či hubenosti jednotlivce

Mezomorfní komponenta – vztahují se k relativnímu rozvoji kosterní a svalové soustavy vzhledem k tělesné výšce

Ektomorfní komponenta – vztahují se k relativní délce jednotlivých částí těla

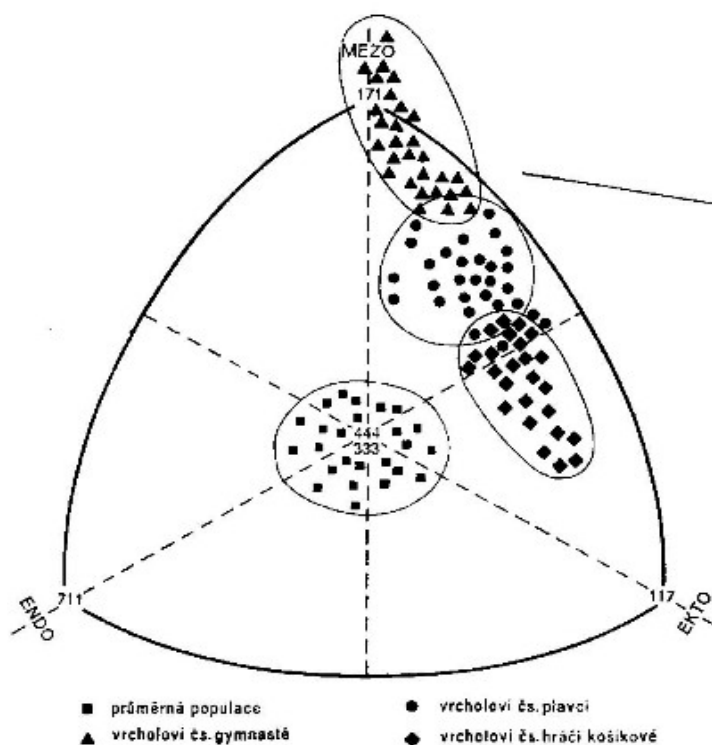
Endomorf: Vyznačuje se celkově roložitým, oblým tvarem těla. Má předpoklady pro vzpírání, zápas, vodní sporty. Endomorfové mají často dobrý potenciál k nabírání svalstva, ale obtížně se zbavují tuku.

Mezomorf: Je to svalnatý typ se silnou kostrou, širokými rameny a úzkými boky. Předpoklady jsou u něj pro kulturistiku, sprinty nebo gymnastiku.

Ektomorf: Štíhlý a hubený typ, který má slabě vyvinuté svalstvo a slabou kostru. Má předpoklady pro vytrvalostní sporty, skok vysoký, basketbal. Obtížně nabírá svalovou hmotu (Vítek, 2011).

Somatotyp se generuje na základě třech čísel. První číslo označuje endomorfní, druhé mezomorfní a třetí ektomorfní komponentu. Stupnice pro každou komponentu je od nuly do sedmi. Hodnota komponentu do 2,5 se považuje za nízkou, od 3 do 5 za průměrnou,

od 5,5 do 7 za vysokou. Komponenty běžné populace jsou většinou vyrovnané, některé komponenty mohou mírně převládat. Somatotypy špičkových sportovců se pohybují v rozpětí mezi nevýraznou mezo-ektomorfií až endo-mezomorfií. Většina sportovců patří mezi štíhlé, svalnaté ekto-mezomorfy. U každého sportu můžeme vypočítat koncentraci somatotypů v určité oblasti somatografu (Vítek, 2011).



Obr. 6: Somatotypy běžné populace a vybraných skupin sportovců (Novotný, 2009)

Pro stanovení somatotypu je nutné provést specifická antropometrická měření. Dle Riegerové a Ulbrichové (1998) se jedná o následujících 10 parametrů:

Parametry sloužící k určení 1. komponenty: Tloušťka kožních řas – kožní řasa nad tricepsem, pod lopatkou, nad crista iliaca a na lýtku

Parametry sloužící k určení 2. komponenty: Tělesná výška, biepikondylární rozměr humeru, biepikondylární rozměr femuru, obvod bicepsu (kontrahované paže), maximální obvod lýtky

Parametry sloužící k určení 3. komponenty: Tělesná hmotnost, tělesná výška

Převod antropometricky zjištěných dat na body somatotypu:

Pro převod naměřených dat na body somatotypu existují dle Cartera (2002) dvě možnosti. První možností je využití předpřipraveného protokolu (viz Příloha 3), do kterého

se zanesou naměřené hodnoty a vizuálně se určí hodnota daných komponent (viz Příloha 4). Lze ovšem využít také druhé metody, která vypočítává body somatotypu počítačově pomocí vzorců. Tato metoda je mnohem rychlejší hlavně u většího počtu měřených. Níže popsané vzorce byly vytvořeny v počítačovém programu tak, aby do nich bylo možno zadávat data každého jednotlivce, která jsou pak automaticky přepočítána na hodnoty somatotypu.

- Vzorec pro výpočet endomorfismu:

$$\text{Endomorfismus} = -0.7182 + 0.1451 (X) - 0.00068 (X^2) + 0.0000014 (X^3)$$

X.....součet tří kožních řas - nad tricepsem, pod lopatkou a nad trnem kyčelním, vynásobený podílem 170.18/tělesná výška v cm

- Vzorec pro výpočet mezomorfismu:

$$\text{Mezomorfismus} = 0.858 \times \text{biepikondylární rozměr humeru} + 0.601 \times \text{biepikondylární rozměr femuru} + 0.188 \times \text{opravený obvod paže} + 0.161 \times \text{opravený obvod lýtky} - \text{tělesná výška} \times 0.131 + 4,5$$

- opravený obvod paže je počítán jako rozdíl obvodu paže a kožní řasy nad tricepsem, opravený obvod lýtky je rozdíl obvodu lýtky a kožní řasy na lýtku

- Vzorec pro výpočet ektomorfismu se mění v závislosti na HWR (Height-Weight Ratio):

Pokud je HWR větší nebo rovno 40.75, pak

$$\text{Ektomorfismus} = 0.732 \text{ HWR} - 28.58$$

Pokud je HWR menší než 40.75 a větší než 38.25, pak

$$\text{Ektomorfismus} = 0.463 \text{ HWR} - 17.63$$

Pokud je HWR rovno nebo méně 38.25, pak

$$\text{Ektomorfismus} = 0.1$$

Po vypočítání jednotlivých komponent a určení číselného somatotypu je vhodné překontrolovat, jestli jsou získané výsledky reálné. Obecně platí, že somatotyp s vysokou úrovní endomorfismu nebo mezomorfismu nemůže současně dosahovat vysokých hodnot v ektomorfní komponentě. Naopak somatotypy s nízkou úrovní ektomorfismu nemohou současně dosahovat nízkých hodnot v mezomorfní nebo endomorfní komponentě. Z tohoto vyplývá, že somatotypy typu 2-2-2 nebo 7-8-7 jsou biologicky nemožné (Carter, 2002).

Grafické znázornění somatotypu

Pro grafické zobrazení tříhodnotového somatotypu se používá jeho zanesení do dvoudimenzionálního somatografu. Dle Cartera (2002) se pro přesné zanesení somatotypu používá přepočet na hodnoty X a Y podle vzorců:

$$X = \text{ectomorphy} - \text{endomorphy}$$

$$Y = 2 \times \text{mesomorphy} - (\text{endomorphy} + \text{ectomorphy})$$

Podle souřadnic X a Y na osách určíme přesnou polohu v somatografu. Tím se usnadní určení somatotypologické skupiny, vzájemné porovnání několika jedinců nebo skupin, sledování změn somatotypu jedince apod. (Carter, 2002). Somatograf s osami X a Y je uveden v příloze (Příloha 4).

3 VZÁJEMNÉ SROVNÁNÍ METOD ANTROPOMETRICKÝCH VYŠETŘENÍ

3.1 Somatické rozměry

V Kapitole 2 jsem uvedla, že měříme jak obvodové, tak i šířkové, délkové a výškové rozměry. Těchto somatických rozměrů lze měřit opravdu velké množství. Většina z nich je však obvykle zjišťována pouze v případě, že mají sloužit pro rozsáhlé srovnávací studie či podobné účely.

Pro potřeby sportovní diagnostiky se nejčastěji zjišťují ty rozměry, které je nutné znát pro výpočet indexů a určení somatotypu. Většina somatických rozměrů totiž sama o sobě příliš velkou vypovídací schopnost nemá. Velmi důležitým a stěžejním somatickým rozměrem je pak tělesná výška, díky níž lze odvodit mnoho indexů.

Somatickými rozměry zjišťovanými pro určení somatotypu podle metody Heath-Carter jsou kromě tělesné výšky také obvod kontrahované paže, maximální obvod lýtky, biepikondylární rozměr humeru a biepikondylární rozměr femuru (viz Kapitola 2).

Index BMI, který je standardem většiny antropometrických vyšetření, je odvozen z tělesné výšky a hmotnosti. Kromě BMI se ukazuje jako významný index Waist-Hip Ratio (WHR), který může být ukazatelem rizika vzniku chorob souvisejících s nadváhou a obezitou. K němu nutné znát obvod pasu a obvod boků. Tato problematika je dále rozebrána v Kapitole 3.2.

3.2 Výškových indexy

Po zjištění tělesné výšky a váhy lze určit celou řadu indexů. V Kapitole 2 jsem zmínila Brocův index, Body Mass Index, Rohrerův index a index HWR.

Výhodou **Brocova indexu** je jeho jednoduchost a zapamatovatelnost. Kokaisl (2007) uvádí, že s jeho pomocí vypočítané horní hodnoty doporučené váhy jsou téměř shodné

s hodnotami indexu BMI. Z důvodu jeho jednoduchosti je používán především u laické veřejnosti.

Všeobecně nejznámějším a také nepoužívanějším je **Body Mass Index**. Hodnota tohoto indexu se však v značně mění v průběhu života (především v dětství a dospívání), a tak kategorizace podle BMI je u dětí velmi nespolehlivá. Jak už bylo řečeno, při zařazování do kategorií je nutné brát v úvahu také míru fyzické aktivity jedince. Vypovídací schopnost indexu BMI u vrcholových sportovců je pak velmi nízká a jeho stanovování ztrácí svůj účel. Například kulturista, jehož váha je ovlivněna velkým množstvím svalové hmoty, by byl v případě BMI zařazen do kategorie nadváhy, či dokonce obezity. BMI také není příliš spolehlivý u příslušníků jiných ras, jako jsou především černoši nebo asiáté. Dalším omezením v použití tohoto indexu je také fakt, že důležitým faktorem není pouze míra zastoupení tuku v celém těle, ale jeho rozložení v určitých partiích (hlavně v oblasti pasu a boků). Takže se nedá s jistotou tvrdit, že člověk s vysokou hodnotou BMI musí být ohrožen nemocemi souvisejícími s nadváhou či obezitou (kardiovaskulární choroby, onemocnění žaludku, diabetes atd.). Z těchto poznatků vyplývá, že index BMI jako jeden ukazatel nedostačuje (Kokaisl, 2007).

Index **Waist-Hip Ratio**, neboli WHR, nepatří sice mezi výškováhové indexy, ale slouží dnes jako nepoužívanější ukazatel distribuce tuku v těle. Jak uvádí Kokaisl (2007), lze díky němu rozeznat dva typy distribuce tuku – androidní typ („mužský“, dochází k ukládání tuku v oblasti břicha) a gynoidní typ („ženský“, tuk se ukládá v oblasti hýždí a stehen). Právě androidní typ obezity představuje riziko vzniku výše zmíněných chorob. Gynoidní typ ze zdravotního hlediska závažný není. Společně s indexem BMI je proto vhodné zjišťovat i tento index.

Dále jsem zmínila ještě **Rohrerův index tělesné plnosti** (RI). Jeho výhody a nevýhody jsou podobné jako v případě BMI, rovněž je dobré určovat zároveň index WHR. Je však spolehlivější v době puberty, kdy právě BMI nemá téměř žádnou vypovídací schopnost (Kokaisl, 2007). Co se týče indexu **HWR** (Heigh-Weigh Ratio), jeho využití se omezuje spíše jen na výpočet ektomorfní komponenty somatotypu dle metody Heath-Carter (viz Kapitola 2).

3.3 Metody zjišťování tělesného složení

Existuje celá řada metod sloužících k určení jednotlivých komponent tělesného složení. Dle Praxové (2008) je při výběru vhodné metody klíčový především účel měření a také metodické možnosti. Řadu metod je totiž možné použít jen v laboratorních podmínkách, mohou být také do značné míry finančně i časově náročné. Z tohoto důvodu jsou mnohé metody nevhodné pro opakovaná měření většího počtu jednotlivců nebo pro terénní měření.

Finančně i časově poměrně nenáročnými metodami jsou metody antropometrické. Ty jsou vhodné také pro masovější nebo terénní měření. Zmíněné metody vycházejí z tělesné hmotnosti, dále také vybraných výškových, šířkových a obvodových somatických rozměrů a hodnot tloušťky některých kožních řas. Správnost výsledků ovlivňuje hned několik faktorů. Patří mezi ně správný výběr kaliperu, dále výběr a počet měřených kožních řas, šířkových a obvodových parametrů a v neposlední řadě volba regresní rovnice. Velmi důležité jsou také odborné zkušenosti pracovníka s odběrem parametrů kožní řasy a ostatních rozměrů. V ideálním případě by měření měla provádět vždy stejná osoba, aby se minimalizovalo riziko případné chyby (Marečková, 2010).

Z těchto metod je u nás velmi běžně využívaná metoda odhadu tělesného složení za pomoci **kaliperace**. Ve srovnání s dalšími metodami využívanými k odhadu tělesného složení jako je BIA nebo DEXA, je tato metoda poměrně rychlá a snadno získatelná. Zdá se být vhodná pro terénní měření, ale také i jako součást antropometrického vyšetření v laboratořích. Její výhodou je nízká (téměř nulová) finanční náročnost. Větrovská (2009) uvádí, že v případě volby vhodné regresní rovnice je celková chyba u kaliperace zhruba 3-6%, což je srovnatelné s metodou BIA. Kokaisl (2007) však vidí nevýhodu kaliperování v tom, že je měřen pouze podkožní tuk, takže nemusí být při této metodě správně určena hodnota vnitřního tuku. Proto je dle něj vhodné tuto metodu kombinovat s proporčními indexy (BMI, WHR) nebo právě s impedančním měřením. Dalším nedostatkem je také fakt, že tato metoda neslouží k odhadu množství tělesné vody. Podle Přidalové (2005) je v České republice nejčastěji využíváno měření deseti kožních řas dle Pařízkové nebo čtyř kožních řas dle Durnina a Wormersleyho (viz Kapitola 2).

Jak tělesný tuk, tak i tělesnou vodu je schopna určit **bioelektrická impedanční analýza (BIA)**. Je to metoda moderní, rychlá, neinvazivní a (oproti metodě DEXA a jiným referenčním metodám) také relativně levná. Lze ji využít pro určení tělesného složení jak

v laboratoři, tak v i terénních podmínkách. Přesnost výsledků získaných touto metodou ovšem závisí na použité predikční rovnici, která musí respektovat danou populační skupinu, tělesné složení jedince, věk a pohlaví. Přístroje sloužící pro provádění bioimpedanční analýzy jsou svým vybavením určeny pro testování bez větších nároků na prostory či technickou vybavenost. Výhodou BIA je také časová nenáročnost a minimální zatížení jak zaměstnanců, tak vyšetřovaného (Bunc, Skorocká, Stablová, 2007). Větrovská (2009) však uvádí, že i v případě této metody je třeba brát v úvahu možné zdroje chyb měření, ať už se jedná o chyby individuální (způsobené obsluhou zařízení) nebo chyby vlastní metody. Ty mohou být spojeny hlavně s použitím nevhodných predikčních rovnic anebo s chybou vlastního měřicího zařízení. Oproti ostatním metodám je BIA také citlivá na změny v hydrataci organismu, příjem potravy měřeného či teplotu jeho kůže. Nadměrná hydratace může způsobit chybu o velikosti 2-4%.

Oproti výše uvedeným je metoda **duální rentgenové absorpciometrie (DEXA)** poměrně spolehlivá a přesná. Chyba měření pro stanovení tukové tkáně se zde uvádí menší než 3% a chyba způsobená osobou provádějící měření je minimální. Vyžaduje minimální spolupráci sledované osoby. Je to metoda velice perspektivní a v budoucnu by se mohla stát dostupnější i pro komerční využití a běžnou populaci. V tomto případě by mohla plně nahradit měření bioimpedančními přístroji. Její nevýhodou je však v první řadě vysoká technická a finančně provozní náročnost, a tak zůstává v našich podmínkách zatím omezeně dostupná. Nezanedbatelná je také expozice určitému množství rentgenového záření (Větrovská, 2009). Pomocí této metody také nemohou být měření extrémě velcí či obézní lidé. Větrovská (2009) ve své studii srovnávala metodu DEXA s běžně dostupnými metodami (kaliperace a různé typy BIA). Z její studie vyplynulo, že za použití vhodných predikčních rovnic se výsledkům naměřeným pomocí DEXA nejvíce přibližuje metoda tetrapolární BIA přístrojem Bodystat.

Za velmi přesnou metodu se obecně považuje **hydrostatické vážení**. Je to stanovená referenční metoda pro měření tělesného tuku a tukuprosté hmoty. Je zde však třeba dodržovat přesný postup, který je poměrně náročný. Doba testování je zdlouhavá a k měření jsou potřeba vysoce kvalifikovaní pracovníci. Navíc tímto způsobem není možné měřit děti, obézní jedince či zdravotně postižené. Jsou zde také vysoké nároky na průběžnou údržbu. K chybám měření může přispět široká škála zařízení, kalibrace a metody pro stanovení reziduálního objemu plic (COSMED USA, 2011).

Za zlatý standard pro praktické posouzení tělesného složení je v současné době považována metoda **pletyzmografie (ADP)**. Metoda je velmi přesná. Není zde riziko vystavení měřeného rentgenovému záření jako v případě metody DEXA, odpadají v tomto případě také veškeré komplikace v souvislosti s náročností a zdlouhavostí procesu, které jsou u hydrostatického vážení. Měření v komoře BOD POD trvá zhruba 5 minut. Metoda může být použita téměř u všech skupin populace jako jsou děti, starší lidé, obézní nebo lidé se zdravotním postižením (COSMED USA, 2011). Metoda pletyzmografie se v současné době začíná rozvíjet v USA. I tam je ale zatím dostupná pouze ve výzkumných laboratořích a její cena je velmi vysoká. Zpřístupnění této metody běžné veřejnosti je v blízké budoucnosti málo pravděpodobné.

Dále jsou zde metody jako je radiografie, počítačová tomografie, celková tělesná vodivost nebo magnetická rezonance. Tyto metody jsou obecně poměrně přesné, avšak ve srovnání se všemi metodami výše uvedenými také velmi nákladné. Z tohoto faktu vyplývá i jejich obtížná dostupnost, používají se jen na málo místech ve specializovaných střediscích. Také stanovování celkového tělesného draslíku, vápníku nebo dusíku jsou dle Riegerové a Ulbrichové (1998) metody velmi perspektivní, avšak opět velmi nákladné. Výhledově by se mohly stát nejlepšími standardy pro hodnocení validity ostatních metod.

Tabulka 1: Srovnání metod sloužících k odhadu tělesného složení

Metoda	Přesnost	Rychlost	Bezpečnost	Využitelnost+
Pletyzmografie	*****	*****	*****	*****
Hydrostatické vážení	*****	*	***	**
DEXA	***	***	**	**
Bioelektrická impedance	*	*****	***	****
Kaliperace	*	***	*****	****

+Využitelnost - odkazuje na schopnost metody posoudit tělesné složení u širokého spektra obyvatelstva včetně starších osob, obézních, dětí a osob se zdravotním postižením (COSMED USA, 2011).

V tabulce uvedené výše jsou srovnány jednotlivé metody odhadu tělesného složení. Jsou srovnávány na základě čtyř faktorů, a to přesnosti, rychlosti, bezpečnosti a využitelnosti každé metody. Hodnoceny jsou počtem hvězdiček, přičemž čím větší je jejich počet, tím je metoda v daném ohledu lepší. Metoda pletyzmografie, čili měření v komoře BOD POD, splňuje

všechny uvedené vlastnosti nejlepším možným způsobem. Další je metoda hydrostatického vážení, která je sice také velmi přesná, ale v ostatních ohledech už příliš dobře hodnocena není. Její velkou nevýhodou je zdoluhavost a náročnost měření i poměrně nízká využitelnost. Metoda bioimpedance i kaliperace jsou ve srovnání s hydrostatickým vážením rychlejší a méně náročné, v přesnosti za ním však zaostávají. Oproti tomu jsou ale poměrně rychlé, bezpečné a jsou schopny změřit široké spektrum lidí. Přesnost metody DEXA je poměrně dobrá, je zde ale snížena bezpečnost vlivem rentegenového záření a také využitelnost díky nemožnosti měřit značně obézní či vysoké jedince.

3.4 Metody určování somatotypu

Jak bylo nastíněno v předchozí kapitole, tělesné typologii se v minulosti věnovala celá řada autorů. Hippokrates, Rostan, Sigaud, jenž rozlišoval dechový, zažívací, svalový a mozkový typ anebo Kretschmer a jeho astenický, atletický a pyknický typ. Tito autoři se bezesporu zasloužili o velký přínos v tomto oboru. Ve sportovní diagnostice však nachází největší uplatnění práce Shledona, která se stala základem pro stanovování somatotypu v dnešní době. Z jeho tří komponent (endomorfní, mezomorfní a ektomorfní) pak vyšli Heathová a Carter.

Právě Heathová a Carter vytvořili dnes už celosvětově rozšířenou metodu. Mezi její výhody patří to, že (na rozdíl od ostatních) dokáže rozlišit velkou variabilitu typů tělesné stavby a také to, že ke stanovení jednotlivých komponent vychází především z antropometrických údajů. Po zjištění antropometrických parametrů je tato metoda navíc poměrně rychlá, protože v dnešní době se k výpočtu jednotlivých bodů somatotypu již většinou využívá jednoduchého dosazování do počítačových vzorců (viz Kapitola 2).

Další výhodou metody Heath-Cartera je skutečnost, že je pomocí ní možné určit somatotyp všech věkových kategorií i obou pohlaví, a to s poměrně vysokou přesností (jednotlivé komponenty s přesností na 0,5 stupně). Klasifikační škála o sedmi stupních byla rozšířena i do vyšších stupňů, které slouží k popsání extrémních somatotypů. Somatograf, jímž se graficky znázorňuje umístění určitého somatotypu, rozšířili Heathová a Carter až do 9. stupně (Praxová, 2008).

Pavlík (1999) se k této metodě vyjádřil následovně: *„Předností této typologie je především jednoduché znázornění postavení jedince v celém spektru možností stavby lidského těla, zasvěcený odborník si tak může z umístění konkrétního sportovce v somatografu učinit rychlou představu o základních znacích, přednostech či nedostacích jeho tělesné stavby“* (Pavlík, 1999, s. 6).

4 STRUKTURA ANTROPOMETRICKÝCH VYŠETŘENÍ NA VYBRANÝCH PRACOVIŠTÍCH V ČR

V této kapitole jsem se chtěla seznámit s tím, jakým způsobem vypadá průběh antropometrického vyšetření v některých pracovištích u nás, která se touto problematikou zabývají. Zajímala jsem se především o šíři poskytovaných služeb a používané metodiky, abych získala celkový přehled a mohla se jimi případně inspirovat při návrhu antropometrického vyšetření v Laboratoři sportovní motoriky na TUL. Vybrala jsem si šest pracovišť, která jsou ve většině případů zašticena univerzitami nebo fakultními nemocnicemi.

4.1 CASRI – Vědecké a servisní pracoviště tělesné výchovy a sportu

Vědecké a servisní pracoviště tělesné výchovy a sportu (CASRI) je příspěvkovou organizací Ministerstva obrany. Nachází se v Praze a slouží především k poskytování servisních činností pro potřeby státní a resortní sportovní reprezentace. Zabývá se hlavně řízením a kontrolou tréninkového procesu. Mimo jiné také intenzivně spolupracuje s Armádou České republiky při výběru vojáků. Z tohoto důvodu je CASRI vybaveno špičkovými přístroji pro poskytování všech potřebných služeb. Ať už se jedná o funkční zátěžovou diagnostiku, testování silových schopností nebo laboratorní i terénní sledování mnoha biochemických parametrů. I pro veřejnost však CASRI nabízí řadu služeb, mezi které patří právě i antropometrické vyšetření v Laboratoři funkční diagnostiky a tělovýchovného lékařství (CASRI, 2011).

Nabízí provedení antropometrických měření, při kterém se zjišťují následující parametry:

- Tělesná hmotnost, tělesná výška
- Množství tělesného tuku, množství tělesné vody, poměr ECM/BCM

- Množství svalové hmoty – vypočítává se na základě změření obvodů jednotlivých tělních segmentů
- Somatotyp – metodou Heath-Carter
- Body Mass Index (BMI), Waist-Hip Ratio index (WHR)

Co se týče zjišťování tělesného složení, používá se zde tyto metody:

- *Kaliperace*
- *Bioimpedance* - při ní je využíváno špičkového přístroje Olympia 3.3. Tento přístroj umožňuje rychle a jednoduše zjistit celou řadu parametrů, jako například hmotnost vnitrobuněčných a mimobuněčných tekutin (ECM/BCM), množství vody a bílkovin v těle, aktivní tělesnou hmotnost, hmotnost tuků a svalstva a podobně. Dokáže též odhadnout biologický věk vyšetřovaného.

(CASRI, 2011)

4.2 FTVS UK v Praze – Laboratoř sportovní motoriky

Laboratoř sportovní motoriky na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy je přední výzkumné pracoviště v oblasti sportovní diagnostiky a fyziologie zátěže. Zabývá se především hodnocením stavu trénovanosti jedince, posuzuje se zde tělesné složení, hodnotí se aerobní i anaerobní předpoklady a podobně. Dále je zde řešena také problematika řízení sportovního tréninku, výběrová kritéria sportovních talentů nebo úroveň silových předpokladů. Materiální vybavení této laboratoře je na úrovni srovnatelné s pracovišti stejného zaměření v zahraničí (FTVS UK, 2010).

V rámci antropometrického vyšetření v této laboratoři je možné provést následující měření:

- Stanovení tělesné hmotnosti, tělesné výšky (obojí pomocí laboratorních zařízení firmy SECA)

- Stanovení procenta tuku, tělesné vody, poměru ECM/BCM

Analýza tělesného složení se provádí těmito metodami:

- *Bioimpedance* – provádí se s pomocí přístroje BIA 2000 nebo InBody 3.0. BIA je celotělová a čtyřsvodová. Měří se celková bioimpedance. Lze také zjistit rozložení svalové hmoty v horních a dolních končetinách a trupu pomocí vlastních rovnic.
- *Hydrostatické vážení* – stanovení tělesného složení unikátní metodou podvodního vážení.

(FTVS UK, 2010)

4.3 FSPS MUNI v Brně – Laboratoř sportovní medicíny, Laboratoř podpory zdraví

Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity provozuje dvě laboratoře. Laboratoř sportovní medicíny se zabývá především fyziologií pohybových aktivit a zátěžovou diagnostikou sportovců, provozuje ale také poradenství a edukaci sportovců, rodičů i trenérů. Laboratoř podpory zdraví se zaměřuje na širší veřejnost a jejích služeb může využít běžná populace. Zabývá se analýzou tělesného složení, výživovým poradenstvím, diagnostikou pohybového aparátu, sestavuje pohybové a regenerační plány a podobně (Beránková, 2011).

Z oblasti antropometrických měření je zde možno provést:

- Měření hmotnosti, tělesné výšky
- Měření základních tělních obvodů
- Výpočet Body Mass Indexu (BMI)
- Stanovení množství tělesného tuku, vody, aktivní tělesné hmoty
- Určení somatotypu – podle metody Heath-Carter

Analýza tělesného složení se provádí těmito metodami:

- *Bioimpedance (InBody)* - vyšetření přístrojem InBody využívajícím nejnovější technologii DSM-BIA. Je to metoda segmentálního měření pomocí 8-bodových dotekových elektrod. Měření je naprosto přesné díky vytvoření impedančních hodnot

pro jednotlivé části těla.

- *Bioimpedance (BodyStat)* - přístroj je založen na principu celotělové bioimpedanční analýzy, kromě analýzy složení těla umožňuje také výpočet hodnoty bazálního metabolismu.
- *Matiegkova metoda*

(Beránková, 2011)

4.4 LF Ostravské Univerzity – Laboratoř funkční diagnostiky a sportovní medicíny

Laboratoř se zabývá funkční zátěžovou diagnostikou jak u běžné populace, tak i u vrcholových a výkonnostních sportovců či u pracovníků v rizikových profesích. Služby laboratoře jsou určeny také pro zájemce o pohybové aktivity a pacienty v rehabilitačním programu (Zavadilová, 2011).

Možnosti antropometrického vyšetření v této laboratoři jsou:

- Měření tělesné výšky, tělesné hmotnosti
- Stanovení procenta tuku - kaliperací na 10ti kožních řasách (dle Pařízkové)
- Stanovení aktivní tělesné hmoty
- Určení somatotypu
- Výpočet indexů BMI, WHR

(Zavadilová, 2011)

4.5 FN Olomouc – Klinika TVL a kardiovaskulární rehabilitace

Klinika tělovýchovného lékařství a kardiovaskulární rehabilitace ve Fakultní nemocnici Olomouc poskytuje komplexní služby v oblasti fyziologie sportovních aktivit a zátěžové diagnostiky. Zabývá se také výživovým poradenstvím či problematikou dopingů (Maráček, 2010).

Z oblasti antropometrických měření je zde možno provést:

- Měření tělesné výšky, tělesné hmotnosti
- Stanovení procenta tělesného tuku, vody, aktivní tělesné hmoty

Analýza tělesného složení se provádí těmito metodami:

- *Kaliperace* - na 10ti kožních řasách pomocí Bestova kaliperu (dle Pařízkové)
- *Bioimpedance* - měření přístrojem BodyStat

(Maráček, 2010)

4.6 KTV PF UJEP Ústí nad Labem – Funkční laboratoř

Funkční laboratoř zřízená při Katedře tělesné výchovy Univerzity Jana Evangelisty Purkyně poskytuje služby z oblasti zátěžové diagnostiky, fyziologie sportovních aktivit, řeší také návrhy pohybových programů pro úpravu hmotnosti a podobně (Hnízdil, 2009).

Z oblasti antropometrických měření je zde možno provést:

- Měření tělesné výšky, tělesné hmotnosti
- Stanovení procenta tělesného tuku a vody – pomocí bioimpedanční metody

(Hnízdil, 2009)

Tabulka 2: Antropometrická vyšetření v jednotlivých pracovištích

Antropometrická vyšetření v jednotlivých pracovištích	
<i>Název pracoviště:</i>	<i>Určované parametry:</i>
CASRI	<ul style="list-style-type: none"> – Tělesná hmotnost, výška – Tělesný tuk, tělesná voda, poměr ECM/BCM (kaliperace, bioimpedance) – Množství aktivní svalové hmoty – Somatotyp (metoda Heath-Carter) – BMI, WHR
Fakulta tělesné výchovy a sportu UK v Praze	<ul style="list-style-type: none"> – Tělesná hmotnost, výška – Tělesný tuk, tělesná voda, poměr ECM/BCM (bioimpedance, hydrostatické vážení) – BMI
Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity v Brně	<ul style="list-style-type: none"> – Tělesná hmotnost, výška – Měření základních tělních obvodů – Tělesný tuk, tělesná voda (bioimpedance, Matiegkova metoda) – Množství aktivní svalové hmoty – Somatotyp (metoda Heath-Carter) – BMI
Ústav fyziologie a patofyziologie Lékařské Fakulty Ostravské Univerzity	<ul style="list-style-type: none"> – Tělesná hmotnost, výška – Tělesný tuk (kaliperace – 10 k.ř. dle Pařízkové) – Množství aktivní svalové hmoty – Somatotyp – BMI, WHR
Fakultní nemocnice Olomouc	<ul style="list-style-type: none"> – Tělesná hmotnost, výška – Tělesný tuk, tělesná voda (bioimpedance, kaliperace– 10 k.ř. dle Pařízkové) – Množství aktivní svalové hmoty – BMI
Katedra tělesné výchovy PF UJEP Ústí nad Labem	<ul style="list-style-type: none"> – Tělesná hmotnost, výška – Tělesný tuk, tělesná voda (bioimpedance) – BMI

4.7 Shrnutí metod využívaných ve vybraných pracovištích

Po zmapování podoby antropometrických vyšetření v těchto pracovištích jsem došla k několika důležitým poznatkům. Kromě měření základních somatických parametrů, jako jsou tělesná hmotnost a výška, je do vyšetření v naprosté většině zahrnut také odhad tělesného složení. Pro tyto účely se nejčastěji využívá bioimpedanční metody, která je z modernějších metod nejdostupnější a díky které lze přibližně určit nejen tělesný tuk, ale i množství aktivní svalové hmoty a tělesné vody. Dále je zde také poměrně často využíváno kaliperačních metod, konkrétně se používá součet 10ti kožních řas dle Pařízkové. Index BMI je součástí všech vyšetření, ve dvou pracovištích je kromě něho určován i index WHR. Pro zjišťování somatotypu, které je prováděno ve dvou z šesti uvedených pracovišť, se využívá výhradně metody Heath-Carter.

5 SOUČASNÝ ZPŮSOB ANTROPOMETRICKÉHO VYŠETŘENÍ V LABORATOŘI SPORTOVNÍ MOTORIKY

Laboratoř sportovní motoriky je součástí Katedry tělesné výchovy Technické univerzity v Liberci. V této laboratoři se nachází oddělení funkční diagnostiky, jenž řeší úkoly spojené s funkční zátěžovou diagnostikou u vrcholových a výkonnostních sportovců, u pracovníků v rizikových profesích, u manažerů a dalších jedinců ohrožených vznikem kardiovaskulárních onemocnění. Pozornost je zde věnována také zájemcům o pohybové aktivity a pacientům, u nichž je zátěžové vyšetření součástí rehabilitačního programu (Suchomel, 2008). Základní součástí všech vyšetření v této laboratoři jsou právě antropometrická měření. V této kapitole bych chtěla analyzovat současné antropometrické vyšetření a nastínit jeho nedostatky.

5.1 Popis současného antropometrického vyšetření v LSM

V rámci antropometrického vyšetření v této laboratoři je možné provést následující měření:

- Měření tělesné hmotnosti, tělesné výšky
- Výpočet BMI
- Stanovení množství tělesného tuku a aktivní tělesné hmoty
- Určení poměru ECM/BCM

(Suchomel, 2008)

K odhadu tělesného složení se využívá *bioimpedanční metody* pomocí přístroje Nutriguard. Právě tímto měřením se zjišťuje již zmíněné množství tělesného tuku, aktivní tělesné hmoty, poměr ECM/BCM i index BMI.

Další metodou, kterou by bylo možné odhadnout tělesné složení (především tedy množství podkožního tuku), je *kaliperace*. Kaliper je v laboratoři k dispozici, této metody se však běžně nevyužívá.

Tabulka 3: Antropometrické vyšetření v LSM

Tabulka – Antropometrické vyšetření v LSM	
<i>Název pracoviště:</i>	<i>Určované parametry:</i>
Laboratoř sportovní motoriky TUL	<ul style="list-style-type: none"> – Tělesná hmotnost, výška – Tělesný tuk, poměr ECM/BCM (bioimpedance) – Množství aktivní svalové hmoty – BMI

5.2 Nedostatky antropometrického vyšetření v LSM

První nedostatek antropometrického vyšetření v Laboratoři sportovní motoriky se týká určování indexů. Při běžném vyšetření se vypočítává pouze Body Mass Index (BMI). Na základě získaných informací jsem dospěla k závěru, že kromě BMI by bylo vhodné zavést také výpočet indexu Waist-Hip Ratio (WHR). Ten nám poskytne informaci o proporcionálním rozložení tuku v těle a s ním souvisejícími zdravotními riziky (viz Kapitola 3). Vzhledem k tomu, že se jedná o poměr obvodu pasu a obvodu boků, je jeho výpočet jednoduchý a získání požadovaných parametrů je minimálně časově náročné.

Za další slabou stránku považuji nevyužívání metody, která je v této laboratoři dostupná, a tou je kaliperace. Přitom je tato metoda poměrně rychlá a snadno získatelná. Navíc v případě volby vhodné regresní rovnice nám poskytuje relativně přesné informace o množství podkožního tuku. Provádění této metody sice vyžaduje náležitě zaškolené pracovníky, kaliperace však není tolik citlivá na změny v hydrataci organismu či externí podmínky jako metoda BIA. Pro zavedení této metody bych zvolila u nás nejčastěji využívanou metodu součtu tloušťky deseti kožních řas podle Pařízkové uvedenou v Kapitole 2 a odpovídající tabulku pro výpočet tělesného tuku (viz Příloha 1). Při tomto postupu se používá Bestův kaliper, který je v laboratoři k dispozici. Měření dvou kožních řas je používáno především v USA při odhadu množství podkožního tuku u dětí a mladistvých, aby nebylo nutné měřeného obnažovat a nedocházelo k nařknutím ze sexuálního obtěžování či podobným nepříjemnostem. Navíc výsledky získané tímto druhem měření slouží spíše k orientačnímu hodnocení. Měření deseti kožních řas je podrobnější a jedná se o metodu standardizovanou a v našich podmínkách poměrně často využívanou (Kapitola 4).

V Laboratoři sporovní motoriky TUL bude navíc kaliperace prováděna odbornými pracovníky (lékařem a sestrou) a na objednání vyšetřovaného, takže jsou vyloučeny problémy související se svlékáním pacienta a v důsledku odbornosti a zaškolenosti bude vyšetření i méně časově náročné.

Jako další nedostatek vidím fakt, že se ve vyšetření nepracuje s množstvím celkové tělesné vody. O tomto parametru nás informuje metoda bioelektrické impedance, která je součástí každého antropometrického vyšetření. Procento celkové tělesné vody je však poměrně důležitý ukazatel. Dostatečná hydratace je základní podmínkou plné funkce všech tělesných orgánů, zajišťuje zejména dobrou funkci ledvin a zažívacího traktu. Je také nezbytná pro dobře fungující látkovou výměnu a napomáhá urychlit regeneraci organismu po zátěži nebo v jejím průběhu. Proto by bylo přínosné, kdyby byla celková tělesná voda v konečném protokolu uvedena.

Dalším nedostatkem, nebo spíše doporučením do budoucna, je zavedení přesnějších a modernějších metod pro určování tělesného složení. Perspektivní se zdá být duální rentgenová absorpciometrie (DEXA). Ta by mohla nahradit všechny ostatní metody používané k tomuto účelu. Je přesnější než dosud používané metody, minimálně časově náročná a na rozdíl od metody BIA její výsledek není ovlivňován externími podmínkami ani mírou hydratace organismu. Negativním faktem je ale vystavení měřeného rentgenovému záření. Největší překážkou pro zavedení metody DEXA je však její stále velmi vysoká cena.

V Laboratoři sportovní motoriky se také neprovádí určování somatotypu. Znalost somatotypu sportovce je velmi důležitá pro posouzení sportovních předpokladů, výběr sportovního odvětví, volbu správného tréninku atd. Zjišťování somatotypu je také součástí nemalé části antropometrických vyšetření prováděných v jiných pracovištích (viz Kapitola 4). Z tohoto důvodu by bylo vhodné zavést ho i v laboratoři sportovní motoriky TUL. K tomuto účelu považuji za nejvhodnější využít metody Heath-Carter, pomocí níž se jednotlivé body somatotypu vypočítají dosazením do vzorců, jak je uvedeno v Kapitole 3.

6 NÁVRH NOVÉHO ZPŮSOBU ANTROPOMETRICKÉHO VYŠETŘENÍ V LABORATOŘI SPORTOVNÍ MOTORIKY

V této kapitole jsem vycházela z nedostatků antropometrického vyšetření, které jsem uvedla v kapitole předcházející a snažila se tyto nedostatky odstranit.

6.1 Protokol základního antropometrického vyšetření

Tento protokol popisuje složení základního antropometrického vyšetření, které bude součástí každého testování v Laboratoři sportovní motoriky. Na rozdíl od současného vyšetření obsahuje index WHR, kaliperaci a je v něm uvedeno procento celkové tělesné vody.

Tabulka 4: Protokol základního antropometrického vyšetření

NÁVRH NOVÉHO PROTOKOLU ANTROPOMETRICKÉHO VYŠETŘENÍ	
A) ZÁKLADNÍ VYŠETŘENÍ	
MĚŘENÉ HODNOTY:	VÝPOČET (VZOREC):
Výška (v) [m] Hmotnost (m) [kg]	$BMI = m / v^2$
Obvod pasu (OP) [cm] Obvod boků (OB) [cm]	$WHR = OP / OB$
Kaliperace	$x = \sum(1.-10.)$
Řasy [mm]: 1. Tvář 2. Krk 3. Hrudník 1 4. Hrudník 2 5. Triceps 6. Pod lopatkou 7. Břicho 8. Nad crista iliaca 9. Stehno 10. Lýtko - měření kožních řas prováděno Bestovým kaliperem	Chlapci* (9-12): $y = 1,180 - 0,069 \cdot \log x$ Dívky* (9-12): $y = 1,160 - 0,061 \cdot \log x$ Chlapci, dívky* (13-16): $y = 1,205 - 0,078 \cdot \log x$ Muži (17-45): $\%T = 28,96 \cdot \log x - 41,27$ Ženy (17-45): $\%T = 35,572 \cdot \log x - 61,25$ $* \%T = (4,201 / y - 3,813) \cdot 100 \%$ y – denzita, %T – procento tuku
Bioimpedance: Množství tuku Množství celkové tělesné vody Poměr ECM/BCM Aktivní tělesná hmota - el. proud o intenzitě 100, 50, 5 kHz	Tuk [%] TBW [%] ECM/BCM ATH [%] - výpočet podle regresních rovnic

6.2 Protokol určení somatotypu

Následující protokol popisuje způsob určování somatotypu. Tato služba se v Laboratoři sportovní motoriky zatím neprovádí. Toto vyšetření bude prováděno buď jako samostatná služba, nebo jako rozšířená verze základního antropometrického vyšetření. Výhodou je, že pro určení somatotypu se z velké části vychází z již naměřených údajů v základním antropometrickém vyšetření, což snižuje časové nároky. Jednotlivé komponenty somatotypu se budou vypočítávat dosazováním do uvedených vzorců (dle Cartera, 2002) v počítačovém programu.

Tabulka 5: Protokol určení somatotypu

NÁVRH NOVÉHO PROTOKOLU ANTROPOMETRICKÉHO VYŠETŘENÍ	
B) URČENÍ SOMATOTYPU	
MĚŘENÉ HODNOTY:	VÝPOČET (VZOREC):
Endomorfní komponenta:	
Výška (v) [cm] (*) 1. Triceps (*) 2. Pod lopatkou (*) 4. Lýtka (*)	$X = \sum(1.-3.) * (170,18 / \text{výška})$ Endomorfie = $-0.7182 + 0.1451X - 0.00068X^2 + 0.0000014X^3$
Mezomorfní komponenta:	
Výška (v) [cm] (*) Biepikondylární rozměr humeru (BRH) [cm] Biepikondylární rozměr femuru (BRF) [cm] Obvod paže (OPA) [cm] Obvod lýtky (OL) [cm]	Opravený obvod paže: $OOPA = OPA - 1.$ Opravený obvod lýtky: $OOL = OL - 4.$ Mezomorfie = $0.858 * BRH + 0.601 * BRF + 0.188 * OOPA + 0.161 * OOL - v * 0.131 + 4,5$
Ektomorfní komponenta:	
Výška (v) [cm] (*) Hmotnost (m) [kg] (*)	$HWR = v / \sqrt[3]{m}$ <i>HWR větší nebo rovno 40,75:</i> Ectomorphy = $0.732 HWR - 28.58$ <i>HWR menší než 40.75 a větší než 38,25:</i> Ectomorphy = $0.463 HWR - 17.63$ <i>HWR rovno nebo méně 38,25:</i> Ectomorphy = 0.1
VÝSLEDNÝ SOMATOTYP = Endomorfie, Mezomorfie, Ektomorfie	
(*) - hodnoty použity z protokolu A	

6.3 Stanovení ceny antropometrického vyšetření

Vzhledem k tomu, že základní antropometrické vyšetření se v Laboratoři sportovní motoriky již provádí, je jeho původní cena stanovena na 150,- Kč. Je také nutné však přihlídnout na jeho úpravy a na to, jak by se mohly v ceně nového vyšetření odrazit. Dále také není stanovena cena určování somatotypu, protože se tato služba v laboratoři zatím neprovádí. Proto je nutné ji dodatečně stanovit. Rozhodla jsem se cenu také porovnat s cenami konkurence, tedy cenami dalších pracovišť, ve kterých se tento druh vyšetření provádí.

6.3.1 Současné ceny vyšetření v laboratoři TUL

Jak bylo již řečeno, antropometrické vyšetření se provádí buď samostatně, což je poměrně výjimečné, anebo je zahrnuto v rámci sportovní diagnostiky v zátěžových vyšetřeních. A v tom se také odráží jeho cena. V případě provádění antropometrického vyšetření jakožto součásti zátěžových testů neboli v rámci tzv. „balíčků“ služeb je jeho cena nižší.

Současné ceny:

Základní antropometrické vyšetření (bioimpedance, BMI).....150,- Kč

Balíčky:

Sportovní prohlídka (lékařské vyšetření, antropometrie, EKG, zátěžový test W_{170}).....400,- Kč

Spiroergometrie klasik (lékařská prohlídka, antropometrie, somatotyp, zátěžový test do maxima, protokol v elektronické podobě).....790,- Kč

Spiroergometrie VIP (lékařská prohlídka, antropometrie, somatotyp, zátěžový test do maxima, podrobný popis výsledků, konzultace s klientem – výsledky, kondiční poradenství)1500,- Kč

(Suchomel, 2008)

6.3.2 Ceny konkurence

Pro posouzení cen konkurence jsem vybrala tři pracoviště, která jsou uvedena v Kapitole 4 a jejichž ceny nabízených služeb byly uvedeny na internetových stránkách příslušných laboratoří. Jedná se o Katedru tělesné výchovy PF UJEP v Ústí nad Labem, Fakultu sportovních studií Masarykovy univerzity v Brně a Fakultu tělesné výchovy a sportu v Praze.

PF UJEP:

Analýza tělesného složení (bioimpedance).....100,- Kč

Balíčky:

Komplexní spiroergometrické vyšetření (tělesné složení, zátěžový test + stanovení VO_2 max aj. kardiopulsačních parametrů, stanovení ventilačního anaerobního prahu a doporučených tréninkových intenzit).....800,- Kč

FSPS MUNI:

Analýza tělesného složení (bioimpedance).....350,- Kč

Základní antropometrické vyšetření (hmotnost, výška, BMI).....200,- Kč

Složení těla (Matiegkova metoda) a somatotyp (Heath-Carter).....200,- Kč

Balíčky:

Spiroergometrie (základní antropometrie, tělesné složení, zátěžový test + stanovení VO_2 max aj. kardiopulsačních parametrů, stanovení ventilačního anaerobního prahu a doporučených tréninkových intenzit).....1200,- Kč

Jednoduchý zátěžový test (ergometrie W_{170}).....500,- Kč

FTVS:

Analýza tělesného složení (bioimpedance, základní kaliperace, základní sportovní antropometrie).....300,- Kč

Analýza tělesného složení (měření podkožních řas).....120,- Kč

Analýza tělesného složení (hydrostatické vážení).....180,- Kč

Balíčky:

Komplexní spiroergometrické vyšetření (základní antropometrie, tělesné složení, zátěžový test + stanovení VO₂ max aj. kardiorespiračních parametrů, stanovení ventilačního anaerobního prahu a doporučených tréninkových intenzit).....720,- Kč

6.3.3 Stanovení nových cen vyšetření v laboratoři TUL

Cena **základního antropometrického vyšetření** v Laboratoři sportovní motoriky TUL, jež zahrnuje analýzu tělesného složení bioimpedancí a index BMI, je v současnosti stanovena na 150,- Kč. Tato cena je ve srovnání konkurencí poměrně nízká. Co se týká cen konkurence, bioimpedance spolu s kaliperací a základní sportovní antropometrií na FTVS vyjde na 300,- Kč. Samotná kaliperace v tomto pracovišti stojí 120,- Kč. Analýza tělesného složení pomocí bioimpedance stojí na PF UJEP 100,- Kč a na FSPS MUNI je oceněna na 350,- Kč.

Úpravy základního antropometrického vyšetření spočívají v jeho rozšíření o index WHR a měření 10ti kožních řas. Celková časová náročnost se tedy vzhledem k zjišťování potřebných parametrů navýší přibližně o 5 minut. Náklady na vybavení se prakticky nezvýší, protože všechny potřebné nástroje pro zjištění parametrů jsou již v laboratoři k dispozici. Nová podoba základního vyšetření se však díky tomuto rozšíření stane komplexnější, bude přinášet více informací o fyzickém stavu zákazníka a tím pádem se stane pro zákazníka i více atraktivní. Navíc bude také lépe zapadat do kontextu konkurenčních cen. Z těchto důvodů jsem cenu nového základního antropometrického vyšetření stanovila na 200,- Kč.

Nová cena

Základní antropometrické vyšetření (bioimpedance, BMI, WHR, kaliperace).....200,- Kč

Dále je nutné stanovit cenu **určení somatotypu**. Toto vyšetření se bude provádět společně se základním antropometrickým vyšetřením a to tehdy, bude-li mít o něj zákazník zájem. Bude sloužit jako určité rozšíření služeb základního antropometrického vyšetření. Vzhledem k tomu, že parametry potřebné pro výpočet jednotlivých komponent somatotypu v Laboratoři sportovní motoriky TUL budou z velké části získány již v základním vyšetření,

nebude určení somatotypu tolik časově náročné, jako kdyby se provádělo samostatně. Navíc se budou naměřené hodnoty dosazovat do vzorců a pomocí počítačového programu budou výsledné parametry automaticky vypočítány. Celková doba vyšetření se prodlouží přibližně o 10 minut. V konkurenčním pracovišti (FSPS MUNI) stojí určení somatotypu společně s tělesným složením 200,- Kč. Tento typ vyšetření provádí tři z šesti vybraných pracovišť, ceny ostatních bohužel nebyly uvedeny. Znalost somatotypu je ovšem pro sportovce velmi důležitou a přínosnou informací a zavedení jeho určování v Laboratoři sportovní motoriky TUL se podílí na zvýšení kvality poskytovaných služeb. Lze jej využít také v oblasti výživového poradenství. Z tohoto důvodu jsem ho ocenila na 200,- Kč. Cena somatotypu společně se základním antropometrickým vyšetřením však bude vzhledem k již naměřeným parametrům a určitému cenovému zvýhodnění zákazníka v případě poskytnutí většího počtu služeb nižší. Stanovila jsem ji proto na 350,- Kč.

Nové ceny

Určení somatotypu.....	200,- Kč
Rozšířené antropometrické vyšetření (+ somatotyp).....	350,- Kč

V případě **balíčků služeb** se navýšení ceny projeví méně, protože cena bude v rámci poskytnutí většího počtu služeb zvýhodněná. V rámci těchto balíčků se bude provádět převážně rozšířené vyšetření (základní + somatotyp). Původní cena tzv. sportovní prohlídky je 400,- Kč. Toto vyšetření je ovšem prováděno především jako služba pro školy, které v Laboratoři sportovní motoriky TUL nechávají hromadně měřit své studenty. Jeho cena je proto odvozena hlavně v závislosti na výhodné ceně pro kolektiv a školy by mohlo navýšení ceny negativně ovlivnit. V tomto případě se nebude provádět určení somatotypu, aby mohla být původní cena zachována.

Dalším balíčkem je spiroergometrické vyšetření prováděné pro skupiny, většinou sportovní kluby a oddíly. Jeho původní cena je 790,-. Na FTVS stojí podobné vyšetření 720,- Kč, na UJEP 800,- Kč a na FSPS MUNI dokonce 1200,- Kč. V případě tohoto vyšetření bude možné zvolit verzi s určováním somatotypu, nebo bez. V případě spiroergometrie s pouhým základním antropometrickým vyšetřením jsem jeho cenu zachovala na 790,- Kč, protože na celkové době vyšetření se jeho rozšíření projeví minimálně. Služby budou tedy rozšířeny o index WHR a kaliperace, ale cena vyšetření zůstane stejná. To navýší jeho kvalitu i atraktivitu

pro sportovní kluby. V případě spiroergometrie s rozšířením o určování somatotypu se již cena vzhledem k časové náročnosti a šíři služeb navýší, ale ne příliš razantně. Stanovila jsem ji tedy na 850,- Kč.

Jako poslední se v laboratoři provádí tzv. V.I.P. vyšetření, neboli spiroergometrie pro jednotlivce. Jeho složení je stejné jako u spiroergometrie pro sportovní kluby a oddíly. Jeho cena je 1500,- Kč. Vyšší je z toho důvodu, že v případě návštěvy jednotlivce v laboratoři je v ceně vyšetření zahrnut také osobní pohovor, kde jsou se sportovcem konzultovány zjištěné parametry, dozví se také závěry a doporučení pro jeho trénink. Cena tohoto vyšetření je stanovena na nejvyšší možnou hranici vzhledem ke komplexní péči o zákazníka. Proto bude v tomto případě sloužit upravené antropometrické vyšetření a určení somatotypu jako bezplatné rozšíření služeb, které pouze vyzdvihne prestiž Laboratoře sportovní motoriky TUL v očích zákazníka a může přilákat nové klienty.

Nové ceny

Balíčky:

Sportovní prohlídka (lékařské vyšetření, antropometrie, EKG, zátěžový test W_{170}).....	400,- Kč
Spiroergometrie klasik (lékařská prohlídka, antropometrie, somatotyp, zátěžový test do maxima, protokol v elektronické podobě).....	790,- Kč
Spiroergometrie klasik + somatotyp (lékařská prohlídka, antropometrie, somatotyp, zátěžový test do maxima, protokol v elektronické podobě).....	850,- Kč
Spiroergometrie VIP (lékařská prohlídka, antropometrie, somatotyp, zátěžový test do maxima, podrobný popis výsledků, konzultace s klientem – výsledky, kondiční poradenství)	1500,- Kč

7 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout vhodný způsob zjišťování antropometrických parametrů v Laboratoři sportovní motoriky na Technické univerzitě v Liberci. Aby bylo možné tento cíl splnit, bylo nejprve nutné se s touto problematikou patřičně seznámit a zjistit co nejvíce informací o tom, jaké antropometrické parametry se běžně měří a jaké metody se k jejich měření využívají. Možnosti měření lidského těla jsou poměrně široké. Z počátku byla pozornost věnována základním tělesným charakteristikám, které by měly být nedílnou součástí každého antropometrického vyšetření, tedy tělesné hmotnosti a tělesné výšce. Dále byly rozebírány rozměry obvodové, délkové i šířkové, které jsou využívány především pro výpočet indexů a určování somatotypu. Zabývala jsem se také různými druhy indexů, jenž určitým způsobem hodnotí zdravotní stav lidského těla a jsou důležitými ukazateli zdraví a rozložení tělesného tuku. Další široké spektrum (a tedy i centrum mého zájmu) pak tvoří metody, díky nimž lze popsat tělo člověka z hlediska jeho složení. V práci jsem dále rozebírala také problematiku tělesné typologie.

Všechny tyto parametry a metody jsem pak snažila na základě zjištěných informací zhodnotit a vzájemně porovnat. Na základě toho jsem dospěla k několika zajímavým poznatkům. Například o velmi rozšířeném indexu BMI, který u určitých skupin populace ztrácí svou vypovídající schopnost a i u běžných lidí by měl sloužit spíše jako orientační ukazatel. Index WHR, také jednoduchý a snadno zjistitelný, se ukázal jako poměrně spolehlivý a důležitý. Dále jsem se zabývala metodami, sloužícími k odhadu tělesného složení. Začala jsem metodami antropometrickými, jako je například kaliperace. Mezi její největší výhody patří to, že je velmi levná a poměrně rychle zjistitelná, nepatří však mezi metody nejpřesnější, protože přesnost měření je zde do velké míry ovlivněna odborností personálu, volbou kaliperu a výběrem predikční rovnice. Navíc měří pouze hodnotu podkožního tuku. Přesnost bioimpedančních metod je zase značně ovlivněna hydratací organismu, teplotou kůže měřeného a samotným typem přístroje. Zajímavým poznatkem je pro mě dále fakt, že metoda DEXA, která je u nás považována za jednu z nejpřesnějších a je často nazývána tzv. „zlatým standardem“, do takové míry přesná není. Za nejlepší referenční metodu se v současnosti považuje právě metoda pletyzmografie, vyvinutá v USA. Ta má mnoho výhod, ale v České republice zatím není dostupná. V oblasti určování somatotypu jednoznačně vystupuje do popředí metoda Heath-Carter, která je v současnosti také

nejpoužívanější. Vychází z antropometrických údajů, dokáže výstižně zachytit rozmanitost tělesné stavby jedince a výpočet celého somatotypu je díky možnosti dosazování do vzorců poměrně rychlý.

Seznámila jsem se také s několika dalšími pracovišti a jejich službami v oblasti antropometrických vyšetření. Překvapila mě především kvalita a rozmanitost služeb v CASRI, ale také na FTVS, kde se provádí dokonce metoda hydrostatického vážení. Mým cílem v této kapitole bylo především získat určitý přehled mít tak možnost z něho částečně vycházet při návrhu nového vyšetření v Laboratoři sportovní motoriky na TUL.

A právě navrhnout vhodnější, novou variantu antropometrického vyšetření bylo mým hlavním cílem. K tomu, abych mohla současnou podobu vyšetření určitým způsobem vylepšit, bylo nejprve nutné seznámit se s ní a zjistit její nedostatky. Na základě předchozí analýzy a zjištěných informací jsem odhalila základní nedostatky čtyři. Určuje se zde pouze index BMI, nevyužívá se metody kaliperace, nepracuje se s množstvím tělesné vody a neurčuje se somatotyp.

K odstranění těchto nedostatků jsem přistoupila tak, že jsem vytvořila nový protokol základního vyšetření, ve kterém je kromě původních zjišťovaných parametrů také index WHR a měření 10ti kožních řas dle Pařízkové. Jsou zde také uvedeny hodnoty, které je nutno změřit a způsob výpočtu těchto parametrů. V protokolu jsem uvedla také množství tělesné vody, zjištěné za pomoci bioimpedance. Jako další jsem vytvořila samostatný protokol určování somatotypu (metodou Heath-Carter) a uvedla způsob výpočtu jeho jednotlivých komponent. Tímto jsem, dle mého názoru, splnila hlavní cíl práce, protože mnou navržená podoba nového antropometrického vyšetření se oprostila od svých hlavních nedostatků a stala se tedy vhodnější a komplexnější. Na závěr práce jsem ještě stanovila optimální cenu tohoto nového vyšetření a to jak samostatného, tak i cenu tzv. balíčků služeb. Cenu jsem stanovila částečně na základě srovnání s konkurencí a částečně podle časových a nákladových nároků i požadavků zákazníka.

Jako stále nedorušený nedostatek antropometrického vyšetření v Laboratoři sportovní motoriky na TUL vidím fakt, že zde není zavedena žádná referenční nebo alespoň přesnější metoda pro odhad tělesného složení. Do budoucna by proto bylo vhodné přemýšlet o zavedení některé z nich, nevhodněji se jeví asi metoda DEXA. Velkou překážkou je v tomto případě však stále značná finanční i provozní náročnost.

V celé práci jsem se snažila postupovat a průběžně plnit její dílčí cíle. Bylo pro mě velkým přínosem získat hlubší poznatky o antropometrii obecně a různých mnoha způsobech, kterými se mohou rozměry a parametry lidského těla v současné době měřit a vyhodnocovat. Myslím, že výsledek této práce, tedy nové protokoly upraveného antropometrického vyšetření, splňují hlavní cíl a doufám, že v budoucnu by mohly být zavedeny v Laboratoři sportovní motoriky TUL v praxi a nahradit a zároveň zkvalitnit vyšetření současné.

8 POUŽITÁ LITERATURA

BERÁNKOVÁ, L. *Nabídka prováděných vyšetření v laboratoři podpory zdraví*. [online]. Fakulta sportovních studií MUNI. 2010 [cit. 2011-03-11]. Dostupné z: <http://www.fsps.muni.cz/pages/nabidka_vysetreni_lpz.php>

BUNC, V.; SKOROCKÁ, I.; STABLOVÁ, A. *Bioimpedanční metody používané v Laboratoři sportovní motoriky*. [online]. Laboratoř sportovní motoriky, UK FTVS, Praha. 2007 [cit. 2011-03-15]. Dostupné z: <<http://www.lekarna-invest.cz/downloads/P1-010-e.pdf>>

CARTER, L. *The Heath-Carter Anthropometric somatotype : instruction manual*. [online]. Surrey, Canada: San Diego State University. 2002 [cit. 2011-02-14]. Dostupné z: <<http://www.somatotype.org/methodology.php>>

CASRI. *Sportovní zátěžová diagnostika*. [online]. 2011 [cit. 2011-02-17]. Dostupné z: <http://casri.cz/web/index.php?option=com_content&view=article&id=66&Itemid=44>

COSMED USA, Inc. *Body Composition and Metabolism: Air Displacement Plethysmography*. [online]. 2011 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z: <<http://www.bodpod.com/bodycomp/landingAirDisplacement>>

COSMED USA, Inc. *Body Composition and Metabolism: Other Body Composition Techniques*. [online]. 2011 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z: <<http://www.bodpod.com/bodycomp/landingOtherBC>>

FETTER, PROKOPEC, SUCHÝ, TITLBACHOVÁ. *Antropologie*. 1. vyd. Praha: Academia, 1967.

FTVS UK. *Laboratoř sportovní motoriky*. [online]. 2010 [cit. 2011-03-23]. Dostupné z: <<http://www.ftvs.cuni.cz/mc/laboratore/lsm.php>>

FTVS UK. *Tělesné složení*. [online]. 2010 [cit. 2011-03-23]. Dostupné z: <<http://www.ftvs.cuni.cz/katedry/labspmot/composition.php>>

HNÍZDIL, J. *Sportovní laboratoř: nabízené služby*. [online]. Katedra tělesné výchovy PF UJEP, 2009 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z: <<http://pf.ujep.cz/ktv/>>

KOKAISL, P. *Základy antropologie*. [online]. Praha: Provozně ekonomická fakulta ČZU, 2007 [cit. 2011-02-12]. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=QCNzyl9K5ckC&pg=PA44&lpg=PA44&dq=v%C3%BD%C5%A1kov%C3%A1hov%C3%A9+indexy&source=bl&ots=-th9x0EkeD&sig=PKSotj6xnS2wUKEqc0HVnnZTCIlg&hl=cs&ei=mBgzTey4Lsv2sgbFs7STCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CCwQ6AEwAw#v=onepage&q=v%C3%BD%C5%A1kov%C3%A1hov%C3%A9%20indexy&f=false>

KRÁSNÍČANOVÁ, H. *Kompendium pediatrické auxiologie*. [online]. 2005 [cit. 2010-12-14]. Dostupné z: <<http://www.ojrech.cz/lesny/kompendium/height.htm>>

LUKŠOVÁ, J. *Bodystat: Moderní pomůcka, která umožňuje opravdu bezpečné a účinné hubnutí*. [online]. Studio linie, 2009 [cit. 2011-02-12]. Dostupné z: <<http://www.studiolinie.eu/bodystat.html>>

LUNGOVÁ, V. *Somatometrie*. [online]. 2010 [cit. 2011-02-12]. Dostupné z: <<http://www.zoologie.upol.cz/osoby/lungova/Somatometrie.doc>>

MARÁČEK, R. *Jakou péči poskytujeme*. [online]. Klinika tělovýchovného lékařství a kardiovaskulární rehabilitace FNOL, 2010 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z: <http://www.fnol.cz/klinika-telovychovneho-lekarstvi-a-kardiovaskularni-rehabilitace-zakladni-informace-sekce_183.html>

MAREČKOVÁ, A. *Stanovení tělesného složení na základě metody bioelektrické impedance u seniorské populace*. [online]. Olomouc, 2010. Diplomová práce na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého. Vedoucí diplomové práce Miroslava Přidalová. Dostupné z: <<http://theses.cz/id/zxftp3/53300-314869984.doc>>

NOVOTNÝ, J. *Laboratoř sportovní medicíny – služby pro veřejnost*. [online]. Fakulta sportovních studií MUNI, 2010 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z: <http://www.fsps.muni.cz/pages/sluzby_pro_veřejnost_lsm.php>

NOVOTNÝ, J. *Sportovní antropologie a antropometrie: somatotyp*. [online]. 2009 [cit. 2011-02-12]. Dostupné z: <<http://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/kapitolysportmed/pages/19-4-antropologie.html>>

PAVLÍK, J. *Tělesná stavba jako faktor výkonnosti sportovce*. Brno: Masarykova univerzita, 1999, s. 6.

PRAKOVÁ, Š. *Somatometrie českých hráčů hokeje*. [online] Brno, 2008. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Masarykovy Univerzity na Ústavu antropologie. Vedoucí diplomové práce Jaroslav Malina. Dostupné z: <http://is.muni.cz/th/85261/prif_m/diplomova_prace.txt>

PŘIDALOVÁ, M. *Funkční antropologie*. [online]. 2005 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z: <http://www.is.muni.cz/el/1431/podzim2005/Bi8352/Reserse_Brno.doc>

RIEGEROVÁ, J. a ULBRICHOVÁ, M. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1998. ISBN 80-7067-847-X

SEKERA, J. *Antropometrie – odhalí složení vašeho těla*. [online]. 2010 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z: <<http://www.sportvital.cz/sport/trenink/zatezova-diagnostika/antropometrie-odhali-slozeni-vaseho-tela/>>

ŠEBKOVÁ, M. *Problémy s obezitou*. [online]. Diabetologická ordinace, 2010 [cit. 2011-02-12]. Dostupné z: <http://diabetologiesebkova.wz.cz/problemy_s_obezitou.html>

SUCHOMEL, A. *Oddělení funkční diagnostiky*. [online]. Laboratoř sportovní motoriky TUL, 2008 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z: <<http://sportovnilaborator.tul.cz/index.php?content=oddeleni-funkcni-diagnostiky>>

UJEP. *Přírodovědná fakulta. Katedra biologie. Metody antropologického výzkumu: studijní distanční text.* [online]. 2005 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z: <http://biology.ujep.cz/vyuka/file.php/1/opory_ukazky/Metody%20antropologick%C3%A9ho%20v%C3%BDzkumu.pdf>

VĚTROVSKÁ, R. *Srovnání různých metod pro stanovení množství tuku v těle u žen s nadváhou a obezitou.* [online]. 3. interní klinika 1. lékařské fakulty UK a VFN Praha. 2009 [cit. 2011-02-12]. Dostupné z: <http://www.vnitrnilekarstvi.cz/pdf/vl_09_05_03.pdf>

VÍTEK, L. *Co je to somatotyp a jak ho měříme?* [online]. 2011 [cit. 2011-02-12]. Dostupné z: <<http://www.sportvital.cz/zdravi/diagnostika/co-je-to-somatotyp-a-jak-ho-merime/>>

ZAVADILOVÁ, V. *Nabídka vyšetření.* [online]. Ústav fyziologie a patofyziologie LF OU, 2011 [cit. 2011-02-12]. Dostupné z: <<http://www.osu.cz/fzs/ufy/index.php?id=1387>>

9 SEZNAM PŘÍLOH:

Příloha 1: Tabulka – vzorce pro výpočet podílu tuku dle Pařízkové (Riegerová, Ulbrichová, 1998)

Příloha 2: Tabulka - Návod na použití protokolu pro určení somatotypů (UJEP, 2005)

Příloha 3: Protokol pro určení somatotypu metodou Heath-Carter (Riegerová, Ulbrichová, 1998)

Příloha 4: Upravený somatograf podle Heathové a Cartera s vyznačenými somatotypologickými skupinami a osami X a Y (Carter, 2002)

10 PŘÍLOHY:

Příloha 1: Tabulka – vzorce pro výpočet podílu tuku dle Pařízkové (upraveno dle Riegerová, Přidalová a Ulbrichová, 1998)

Věk (roky)	Pohlaví	Rovnice
9-12*	chlapci	$y = 1,180 - 0,069 \cdot \log x$
	dívky	$y = 1,160 - 0,061 \cdot \log x$
13-16*	chlapci	$y = 1,205 - 0,078 \cdot \log x$
	dívky	Dtto
17-45	chlapci	$\%T = 28,96 \cdot \log x - 41,27$
	dívky	$\%T = 35,572 \cdot \log x - 61,25$
*		$\%T = (4,201 / y - 3,813) \cdot 100$

Vysvětlivky: % T – procento tuku tělesné hmotnosti, x – součet deseti kožních řas, y denzita

Příloha 2: Tabulka - Návod na použití protokolu pro určení somatotypů

Návod na použití protokolu pro určení somatotypů	
1) Endomorfní komponenta	Najdeme ve sloupci hodnotu odpovídající součtu tří kožních řas (triceps, scapula, spina)
2) Mezomorfní komponenta	<p>V prvním řádku označíme místo mezi hodnotami, kde se nalézá naše tělesná výška, poté označíme kostní rozměry a obvody zmenšené o příslušné kožní řasy.</p> <p>a) spočítáme aritmetický průměr sloupců (nikoli hodnot) pro kostní rozměry a obvody a příslušný bod označíme.</p> <p>b) spočítáme počet sloupců mezi hodnotou tělesné výšky a předchozím označení, důležitá je i orientace (směr vpravo nebo vlevo).</p> <p>c) výslednou hodnotu druhé komponenty stanovíme tak, že odpočítáme počet sloupců stanovený v bodě 2 od hodnoty 4 (dodržujeme orientaci).</p>
3) Ektomorfní komponenta	Najdeme ve sloupci hodnotu odpovídající $v / \sqrt[3]{h}$

Příloha 3: Protokol pro určení somatotypu metodou Heath-Carter

SOMATOTYP PODLE METODY HEATH-CARTER																								
Jméno:	Věk:	Číslo:																						
Zaradění:	Sport:	Datum:																						
Výzkum č.:	Měří:	Poměrka:																						
Podkladník (mm)																								
Triceps:	10,9	14,9	18,9	22,9	26,9	31,2	35,8	40,7	46,2	52,2	58,7	65,7	73,2	81,2	89,7	98,9	108,9	119,7	131,2	143,7	157,2	171,9	187,9	204,0
Subscap.:	9,0	13,0	17,0	21,0	25,0	29,0	33,5	38,0	43,5	49,0	55,5	62,0	69,5	77,0	85,5	94,0	104,0	114,0	125,5	137,0	150,5	164,0	180,0	196,0
Suprail.:	7,0	11,0	15,0	19,0	23,0	27,0	31,3	35,9	40,8	46,3	52,3	58,8	65,8	73,3	81,3	89,8	99,0	109,0	119,8	131,3	143,8	157,3	172,0	188,0
Cellum:																								
Lýtka:																								
1. komp.	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0
Výška (cm)																								
Epilhood. (cm)	139,7	143,5	147,3	151,1	154,9	158,8	162,6	166,4	170,2	174,0	177,8	181,6	185,4	189,2	193,0	196,9	200,7	204,5	208,3	212,1	215,9			
humera:	5,19	5,34	5,49	5,64	5,78	5,93	6,07	6,22	6,37	6,51	6,65	6,80	6,95	7,09	7,24	7,38	7,53	7,67	7,82	7,97	8,11			
scapula:	7,41	7,62	7,83	8,04	8,24	8,45	8,66	8,87	9,08	9,28	9,49	9,70	9,91	10,12	10,33	10,53	10,74	10,95	11,16	11,36	11,57			
Obvod palle - ruk	23,7	24,4	25,0	25,7	26,3	27,0	27,7	28,3	29,0	29,7	30,3	31,0	31,6	32,2	33,0	33,6	34,3	35,0	35,6	36,3	37,0			
Obvod lýtky - ruk	27,7	28,5	29,3	30,1	30,8	31,6	32,4	33,2	33,9	34,7	35,5	36,3	37,1	37,8	38,6	39,4	40,2	41,0	41,7	42,5	43,3			
2. komp.	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0						
Hmotnost (kg)																								
.....	39,65	40,74	41,83	42,93	44,02	45,11	46,20	47,29	48,38	49,47	50,56	51,65	52,74	53,83	54,92	56,01	57,10	58,19	59,28	60,37	61,46	62,55	63,64	64,73
Výška ² /hmotnost	40,20	41,09	41,79	42,48	43,16	43,84	44,50	45,19	45,88	46,56	47,24	47,92	48,60	49,28	49,96	50,64	51,32	52,00	52,68	53,36	54,04	54,72	55,40	56,08
.....	39,66	40,75	41,44	42,14	42,83	43,49	44,19	44,85	45,54	46,24	46,93	47,59	48,26	48,95	49,64	50,34	51,00							
3. komp.	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0						
1. komponenta			2. komponenta			3. komponenta																		
Antropometrický somatotyp																								
Antropometrický a somatopsýk somatotyp																								

Příloha 4: Upravený somatograf podle Heathové a Cartera s vyznačenými somatotypologickými skupinami a osami X a Y

